

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Vizualizácia prevádzkových technických funkcií v inteligentnej budove

Visualization of operational and technical functions in intelligent building

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Zbončák**

Studijní program: N2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 2612T041 Řídicí a informační systémy

Téma: **Vizualizace provozně technických funkcí v Inteligentní budově**
Visualization of Operational and Technical Functions
in Intelligent Building

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Pro zajištění komfortního řízení automatizace v Inteligentní budově (IB) proveďte vizualizaci provozně technických funkcí v IB pomocí vybraného sběrníkového systému.

Cíl: Vizualizace komfortního ovládání provozně technických funkcí v IB.

Postup řešení:

1. Rešerše a analýza současného stavu provedení vizualizace v IB.
2. Výběr vhodného prostředku a návrh konceptu vizualizace provozně technických funkcí v IB.
3. Realizace vizualizace provozně technických funkcí v IB v souladu s pravidly realizace BMS (Building Management System).
4. Praktické experimenty a ověření realizace BMS.
5. Zhodnocení výsledků a závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] MERZ, Hermann, Hansemann THOMAS a Christof HÜBNER. *Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. 1. vyd. Přeložil Václav BARTOŠ. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [2] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 1. vyd. Brno: ERA, 2006. ISBN 80-7366-062-8.
- [3] VALTER, Jaroslav. *Regulace v praxi, aneb, Jak to dělám já*. 1. české vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2010. ISBN 978-80-7300-256-5.
- [4] VLACH, Jaroslav. *Řízení a vizualizace technologických procesů*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1999. ISBN 80-86056-66-X.
- [5] *SmartHouse Code of Practice*. CENELEC, CWA 50487, Ref. No. CLC/TR 50487:2005 E.
- [6] VAŇUŠ, Jan. *Řízení provozu budov - učební text*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2013.
- [7] VAŇUŠ, Jan. *Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3529-7
- [8] VAŇUŠ, Jan. *Komplexní řízení budov - Sběrníkové systémy v budovách - vybrané legislativní problémy*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3527-3.
- [9] VAŇUŠ, Jan. *Komplexní řízení budov – projekce a instalace sběrníkových systémů v budovách*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3528-0.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Vaňuš, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2016

Datum odevzdání: 30.04.2018



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prehlásenie študenta

Prehlasujem, že som celú diplomovú prácu vrátane príloh som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce a uviedol som všetky použité podklady a literatúru.

V Ostrave : 30.4.2018

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters, positioned above a horizontal dotted line.

podpis študenta

PodĎakovanie

Hlavná vĎaka patrí pánovi Ing. Janovi Vaňušovi, Ph.D., za cenné rady, čas a prostriedky pri príprave mojej diplomovej práce. Veľká vĎaka taktiež patrí pánovi Ing. Ondřejovi Kafnovi, za nedoceníteľné rady a pomoc s nástrojmi PI System.

Abstrakt

Cieľom tejto diplomovej práce je vytvorenie vizualizácie prevádzkových technických funkcií v inteligentnej budove podľa pravidiel BMS. V práci bude popisované vytvorenie vizualizácie v programoch Wonderware InTouch a NETx BMS Studio a ich prepojenie pomocou vybraného OPC servera s výukovými panelmi KNX. Tieto vizualizácie budú spracované vo forme laboratórnych úloh pre študentov VŠB tak, aby mohli byť používané pre výukové procesy. V práci bude popísaná vytvorená vizualizácia v programe PI ProcessBook pre budovu Drevo-domku, ktorá je používaná pre výukové a vedecké účely. Touto vytvorenou vizualizáciou budú poskytované informácie o technických prevádzkových veličinách a bude slúžiť pre potreby vedecko-technických pracovníkov VŠB. V práci bude taktiež popísané vytvorenie vizualizácie v programe PI ProcessBook s využitím PI Asset Framework pre budovu FEI VŠB. V tejto vizualizácii budú obsiahnuté informácie o stave osvetlenia budovy a spotrebe elektrickej energie pre osvetlenie. Obe vizualizácie pre Drevo-domek a budovu FEI VŠB budú následne upravené a prevedené do webovej vizualizácie pomocou programu PI Vision tak, aby bolo možné k nim pristupovať z mobilných zariadení a webových prehliadačov.

Kľúčové slová: Budova, energia, úspora, riadenie, BMS, BEMS, OPC, vizualizácia, Wonderware, InTouch, KNX, NETxAutomation, PI ProcessBook, PI Vision

Abstract

The aim of this diploma thesis is to create visualization of operational technical functions in intelligent building according to BMS rules. The paper will describe the creation of visualization in the InTouch and NETx BMS Studio programs and their connection with the selected OPC server with KNX tutorials. These visualizations will be processed in the form of laboratory tasks for VŠB students so that they can be used for learning processes. The paper will describe the created visualization in the PI ProcessBook program for the Wood House building, which is used for teaching and scientific purposes. This visualization will provide information on technical operational variables and will serve the needs of VŠB's scientific and technical staff. The work will also describe the creation of visualization in the PI ProcessBook program using the PI Asset Framework for the FEI VŠB building. This visualization will include information on the state of the building lighting and electricity consumption for lighting. Both visualizations for the Wood House and the FEI VŠB building will be subsequently modified and converted to web visualization using PI Vision so that they can be accessed from mobile devices and web browsers.

Keywords: Building, energy, saving, control, BMS, BEMS, OPC, visualization, Wonderware, InTouch, KNX, NETxAutomation, PI ProcessBook, PI Vision

Obsah

Zoznam obrázkov.....	10
Zoznam tabuliek.....	12
Úvod.....	13
1 Rešerše súčasného stavu prevedenia vizualizácie v inteligentných budovách.....	14
2 Vizualizácia procesov	19
2.1 Súčasný nástroje na vizualizáciu prevádzkovo technických funkcií v procesoch.....	21
2.2 Wonderware InTouch	22
2.3 OSIsoft PI Systém.....	23
2.3.1 PI System dátová časť.....	24
2.3.2 PI Server.....	24
2.3.3 PI Klienti.....	25
2.3.4 PI Analysis	29
2.3.5 PI Web API.....	30
2.3.6 Ukladanie dát v PI System.....	30
3 Inteligentná budova.....	32
4 Building management system (BMS).....	34
4.1 Výhody použitia BEMS.....	34
4.2 Potenciálne problémy s BEMS	37
4.3 Súčasný nástroje pre správu BMS.....	38
5 KNX.....	39
5.1 Prenosové média v KNX.....	40
5.2 Topológia systému KNX/EIB.....	40
6 OPC.....	42
6.1 OPC klient.....	44
6.2 Wonderware FactorySuite Gateway ako OPC klient.....	45
6.3 Komplikácie pri použití OPC serverov	45
6.4 NETx BMS Server 2.0.....	46
7 Realizácia vizualizácií.....	49
7.1 Vizualizácia v programe Wonderware InTouch a NETx BMS Server 2.0.....	50
7.1.1 Prehľad použitých prístrojov.....	51
7.1.2 Parametrizácia prístrojov na zbernici KNX	53
7.1.3 Importovanie dát do OPC servera.....	53
7.1.4 Nastavenie OPC klienta	54
7.1.5 Vytvorenie vizualizácie v programe InTouch.....	55
7.1.6 Vytvorenie vizualizácie v programe NETx BMS Server 2.0.....	55

7.2	Vizualizácia Smart Home, Drevo-domek v nástroji PI ProcessBook	57
7.2.1	Vytvorenie vizualizácie v nástroji PI ProcessBook pre Drevo-domek	60
7.2.2	Prehľad vytvorených vizualizačných obrazoviek	61
7.3	Vizualizácia osvetlenia budovy FEI VŠB v nástroji PI ProcessBook	66
7.3.1	Vytvorenie štruktúry v PI Asset Frameworks	67
7.3.2	Vytvorenie vizualizácie v nástroji PI ProcessBook pre budovu FEI VŠB	71
7.3.3	Prehľad vytvorených vizualizačných obrazoviek	72
7.4	Vytvorenie vizualizácie v nástroji PI Vision	74
8	Zhodnotenie výsledkov	76
	Záver	78
	Zoznam použitej literatúry	80
	Zoznam príloh	I
	Príloha A	II
	Príloha B	V
	Príloha C	IX

Zoznam použitých značení a skratiek

BEMS	Building Energy Management System
BMS	Building Management System
COM	Component Object Model
DCOM	Distributed Component Object Model
EZP	Elektronický zabezpečovací systém
GSOM	Rastúce samo organizujúce mapy
HMI	Rozhranie človek stroj
HVAC	Vykurovanie, ventilácia a klimatizácia
IB	Inteligentná budova
IoT	Internet vecí
M2M	Stroj-stroj
MMI	Man-Machine Interface
MR	Zmiešaná realita
OPC	Open Proces Control ()
PC	Osobný počítač
PLC	Programovateľný logický kontrolér
RDBMS	Relational DataBase Management System
SCADA	Kontrolný supervizor a získavanie dát
UI	Užívateľské rozhranie
UOM	Jednotka merania

Zoznam obrázkov

Obr. 1: Bloková schéma štruktúry vizualizačného programu	20
Obr. 2: Bloková schéma súčasti systému PI	23
Obr. 3: Pracovná plocha v PI ProcessBook	28
Obr. 4: Pracovná plocha v PI Vision	29
Obr. 3: Kontrolné úrovne v BEMS	34
Obr. 5: Obmedzenie maxím výkonu	36
Obr. 6: Príklad topológie KNX/EIB	41
Obr. 7: Sieťový graf KNX/EIB	41
Obr. 9: Blokové schéma NETx BMS štruktúry	46
Obr. 10: Výukový panel KNX na učebni FEI EB 312	50
Obr. 11: Parametrizácia prístrojov - nastavenie líniovej spojky	53
Obr. 12: Zaslanie telegramu na skupinovú adresu v programe NETx BMS Server 2.0	54
Obr. 13: Nastavenie OPC klienta pre spojenie so serverom	54
Obr. 14: Vytvorenie vizualizácie v programe InTouch	55
Obr. 15: Vytvorenie vizualizácie v programe NETx BMS Server 2.0	56
Obr. 16: Smart Home, drevostavba VŠB-TU	58
Obr. 17: Blokové schéma prevádzkových funkcií v drevostavbe pomocou komponent technológií BACnet a KNX	59
Obr. 18: Blokové schéma prenosu dát z OPC servera na Drevo-domku do PI Serveru PIAF1 ..	59
Obr. 19: Blokové schéma rozdelenia obrazoviek vizualizácie Drevo-domku	60
Obr. 20: Hlavná obrazovka vizualizácie	61
Obr. 21: Obrazovka pre druhé poschodie	62
Obr. 22: Obrazovka pre miestnosť 106 s detailným prehľadom jednotlivých technológií a ich priebeh na grafoch	63
Obr. 23: Obrazovka Energo miestnosti s prehľadom technológie pre vykurovanie a akumuláciu tepla	64
Obr. 24: Obrazovka Ventilácia	64
Obr. 25: Makro na ovládanie okna smart metra	65
Obr. 26: Budova FEI VŠB	66
Obr. 27: Blokové schéma prenosu dát z budovy FEI VŠB do PI Serveru PIAF1	66
Obr. 28: Elementy a child elementy pre 1. prízemné podlažie	67
Obr. 29: Atributy pre child element	69
Obr. 30: Analýza 1	69
Obr. 31: Analýza 2	70
Obr. 32: Blokové schéma rozdelenia obrazoviek vizualizácie budovy FEI VŠB	71
Obr. 33: Hlavná obrazovka vizualizácie budovy FEI VŠB	72
Obr. 34: Obrazovka 3.NP vizualizácie budovy FEI VŠB	72
Obr. 35: Obrazovka prehľadu 3.NP vizualizácie budovy FEI VŠB	73
Obr. 36: Importovanie obrazoviek PI ProcessBook do webového klienta PI Vision	74
Obr. 37: Prehľad importovaných obrazoviek do webového klienta PI Vision	74
Obr. 38: Úvodná obrazovka pre vizualizáciu v nástroji PI Vision	75
Obr. 39: Detail priebehov dát na senzorochoch v učebni 106 na Drevo-domku	76
Obr. 40: Obrazovka 2.NP s poruchou na svetlách	77
Obr. 41: Prehľad spotreby elektrickej energie svetidiel na budove FEI VŠB	77
Obr. 42: Laboratórna úloha riadenia spínania osvetlenia - InTouch	II
Obr. 43: Laboratórna úloha riadenia spínania osvetlenia – NETx BMS Studio 2.0	II
Obr. 44: Laboratórna úloha riadenia stmievania osvetlenia – InTouch	III
Obr. 45: Laboratórna úloha riadenia stmievania osvetlenia – NETx BMS Studio 2.0	III
Obr. 46: Laboratórna úloha riadenia žalúzií – InTouch	IV
Obr. 47: Laboratórna úloha riadenia žalúzií – NETx BMS Studio 2.0	IV

Obr. 48: Drevo-domek – Hlavná obrazovka	V
Obr. 49: Drevo-domek – Prvé poschodie.....	VI
Obr. 50: Drevo-domek – Druhé poschodie.....	VI
Obr. 51: Drevo-domek – Energo room	VII
Obr. 52: Drevo-domek – Bojler biomasy.....	VII
Obr. 53: Drevo-domek – Tepelné čerpadlo	VII
Obr. 54: Drevo-domek – Plynový bojler	VIII
Obr. 55: Drevo-domek – Elektrický bojler	VIII
Obr. 56: Drevo-domek – Ventilácia.....	VIII

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Prehľad softvérových balíkov SCADA/ HMI	21
Tabuľka 2: Prehľad softvérových balíkov určených pre vizualizáciu v IB	21
Tabuľka 3: Prehľad softvérových nástrojov pre správu BMS	38
Tabuľka 4: Prehľad vytvorených úloh	51

Úvod

V súčasnej dobe je zažívaný veľký rozmach inteligentných budov a ich prevádzkových funkcií. Aby bolo umožňované užívateľom týchto budov pochopiť a ovládať tieto funkcie je potrebné, aby do tohto procesu bola zapojovaná vizualizácia týchto funkcií. Správne zostavenou vizualizáciou je dopĺňovaná konečná správna funkčnosť inteligentnej budovy. Vizualizáciou je prinášaný nie len komfort ovládania prevádzkových funkcií ale aj je ňou tvorený silný nástroj, ktorým je možné znižovať energetickú spotrebu budovy prostredníctvom vzdelávania osôb o jej činnosti.

V prvej kapitole tejto práce sú popisované súčasné trendy v oblasti výskumu vizualizácie v inteligentných budovách. Tieto trendy sú spracované formou rešerší.

V druhej kapitole je popisovaný pojem vizualizácia a sú predstavované nástroje, ktoré sú používané často v praxi pre vizualizáciu procesov. V tejto kapitole sú popisované jednotlivé vybrané vizualizačné nástroje.

V tretej kapitole je predstavovaná a popisovaná definícia inteligentnej budovy.

V štvrtej kapitole je rozbor problematiky Building Management System (BMS) a sú popisované funkcie BMS v inteligentných budovách a ich možnosti.

V piatej kapitole je popisovaná zbernica KNX a stručne predstavený jej koncept.

V šiestej kapitole je popisovaná problematika OPC serverov a OPC klientov. Je tu tiež popísaný vybraný OPC server, ktorý je používaný vo vizualizačných úlohách.

V siedmej kapitole sú predstavené jednotlivé vytvorené vizualizácie podľa pravidiel BMS. Sú tu popísané vizualizácie vytvorené v programoch Wonderware InTouch a NETx BMS Studio pre výukové paneli KNX formou laboratórnych úloh. Taktiež vizualizácia vytvorená v programe PI ProcessBook pre Drevo-domček, ktorá zahŕňa vizualizáciu prevádzkových technických funkcií v budove. A druhá vizualizácia v programe PI ProcessBook pre osvetlenie a jej spotrebu pre budovu FEI VŠB. Taktiež popis ich následného prevedenia do webovej vizualizácie v programe PI Vision.

V ôsmej kapitole sú zhrnuté vybrané využité funkcie BMS, ktoré sú používané vo vytvorených vizualizáciách.

1 Rešerše súčasného stavu prevedenia vizualizácie v inteligentných budovách

V práci autorov J. S. Beaudin, S. S. Intille, a M. E. Morris je popisované využitie výpočtovej a senzorovej technológie v inteligentných budovách so zameraním na sledovanie zdravia v domácnosti. V práci je využívaná vizualizácia pre zobrazovanie dát o zdravotnom stave a návrhu pre zlepšenie zdravia a pohody užívateľov.[1]

V práci autorov M. J. Booyesen, J. S. Gilmore, S. Zeadally, a G. J. Van Rooyen je popisované využitie komunikácie stroj-stroj (M2M) s cieľom riešiť potrebu autonómnej kontroly vzdialených a distribuovaných mobilných systémov. Tento model M2M je uplatňovaný veľmi dobre aj v inteligentných budovách s rozširujúcim sa sortimentom zariadení. Modelom M2M je vylepšovaná aj interpretácia a vizualizácia prostredníctvom užívateľsky konfigurovateľných modelov.[2]

V práci autorov F. Amirabdollahian, R. Op den Akker, S. Bedaf, R. Bormann, H. Draper a V. Evers je prezentovaný projekt, ktorý je zameraný na domáce sprievodné technológie. Ktoré sú v oblasti empatických a sociálnych humanobotných interakcií, učenia robotov, monitorovaní osôb a domácich prác na robotickej platforme. Vizualizácia je používaná pre skúmanie správania robota, ako aj pre jej využitie pri prehliadaní minulých udalostí.[3]

V práci autorov D. Basu, G. Moretti, G. Sen Gupta, S. Marsland a Ieee je prezentovaný projekt využitia miniatúrnych bezdrôtových senzorov v bezdrôtovej sieti, ktorá je používaná v reálnom inteligentnom dome. Táto bezdrôtová sieť je používaná pre monitorovanie a rozpoznávanie správania osôb v dome. Vo vizualizácii sú obsiahnuté údaje zo snímačov z objektu pre zachytenie času a trvanie aktivít.[4]

V práci autorov A. Catala, P. Pons, J. Jaen, J. A. Mocholi, a E. Navarro je predstavovaný systém na využívanie modulu podmieneného prístupu medzi rôznymi vizualizačnými zariadeniami v domácnosti. Systém je založený na využívaní nízkorozpočtových zariadení, ktoré fungujú ako zástupca kľúčového materiálu.[5]

V práci autorov S. Fleck a W. Strasser je popisovaný systém založený na inteligentných kamerách pre 24-hodinové monitorovanie a dohľad nad zabezpečením starších osôb. V tomto prístupe je používaná vizualizácia na zobrazovanie relevantných informácií o živote v tomto inteligentnom prostredí, ktoré zahŕňa georeferencovanie osôb a rozpoznávanie aktivít.[6]

V práci autorov G. Ghidini, S. K. Das, V. Gupta, a Ieee je popisovaný FuseViz, rámec pre webovú fúziu a vizualizáciu dát v inteligentnom prostredí. Touto technológiou je umožňované

zo zhromaždených dát o zázname ľudskej činnosti pomocou fúzie údajov, ich analýzy a vizualizácie prezentovať relevantné informácie. Spolu s pridaním ďalších prostredí je potom umožňované využiť túto technológiu pre zvyšovanie energetickej účinnosti v domácnostiach.[7]

V práci autorov S. Goodwin, J. Dykes, S. Jones, I. Dillingham, G. Dove, a A. Duffy je prezentované zlepšenie pre návrh vizualizácie dodávok energie v inteligentných budovách. V práci sú popisované techniky, ktoré podporujú kreativitu a efektivitu pri práci so súbormi dát do značnej miere neznámymi a je nimi vizualizované riešenie tohto zdroja údajov s využitím smart metrov.[8]

V práci autorov J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, a M. Palaniswami je popisované využitie cloudovo zameranej vície pre internet vecí (IoT). V tejto práci je opisovaná vizualizácia ako dôležitý prvok, pretože umožňuje interakciu s IoT na intuitívnej úrovni prostredníctvom telefónov alebo dotykových obrazoviek. V práci je popisované ako tento prístup umožní získavanie zmysluplných dát z nespracovaných údajov, detekciu pre užívateľa dôležitých udalostí a ich vizualizáciu na základe preferencií užívateľa.[9]

V práci autorov E. Lazovik, P. den Dulk, M. de Groote, A. Lazovik, a M. Aiello je popisovaný návrh testovania a overovania hardwaru pre inteligentné budovy. Tento hardware je prevedený na virtuálny s rovnakým správaním ako reálny čím je umožňované spolu s vizualizáciou takejto inteligentnej budovy poskytovať dojem a spätnú väzbu ako keby sa jednalo o reálnu budovu. V tomto návrhu je prezentované, že týmto prístupom je vedené k zníženiu nákladov na testovanie nových zariadení pre inteligentné budovy.[10]

V práci autorov J. Y. Lee, D. Seo, G. W. Rhee, S. H. Hong, J.-S. Nam, a I. C. Soc je popisovaný nový spôsob poskytovania služieb pre inteligentné budovy prostredníctvom vizualizácie, kde je využívaná zmiešaná realita (MR). V článku je popisovaný tento spôsob ako nákladovo efektívnejší a spoľahlivejší a medzi jeho výhodu je kladené to, že je ním umožňované vkladať virtuálne objekty do skutočného prostredia. Následne tieto objekty sú ovládané a ich správanie je testované priamo v danej inteligentnej budove čím je umožňované overiť ich správanie priamo na konkrétnom mieste v budove.[11]

V práci autorov N. Morimoto, Y. Fujita, M. Yoshida, H. Yoshimizu, M. Takiyamada, a T. Akehi je popisovaná konštrukcia inteligentného sieťového napájanie s využitím rôznych informácií o senzorocho. Následne autormi je využívaná vizualizácia údajov o spotrebe elektrickej energie spotrebičov na zvýšenie povedomia o energiách, riadenie výkonu založené na informáciách o snímačoch získané v inteligentných zásuvkách a automatická koordinácia viacerých alebo rôznych spotrebičov centralizovaným a distribuovaným spôsobom.[12]

V práci autorov Y. Nam, S. Rho, a S. Lee je popisovaný prístup, kde sú vyberané vzorky ľudskej činnosti v každodennom živote a je nimi predstavovaný intuitívny priestorový vzťah medzi jednotlivými činnosťami. Autormi sú analyzované denné aktivity, kde sú dáta o nich zhromažďované pomocou inteligentnej elektroniky. Pomocou vizualizácie je potom demonštrovaný vzťah medzi jednotlivými aktivitami v budove čím je napomáhané k lepšiemu pochopeniu ich vzťahov čo môže byť využívané pri návrhu nových zariadení a služieb v inteligentných budovách.[13]

V práci autorov P. P. Pereira, J. Eliasson, R. Kyusakov, J. Delsing, A. Raayatinezhad, a M. Johansson je popisované využitie internetú vecí (IoT) pre holistickú sieťovú architektúru zloženú z integrovaných internetových systémov a štandardných komunikačných protokolov. Výhodou tejto architektúry je používanie paradigmy architektúry orientovanej na služby s štandardom, ktorému je umožňované vymeniť senzorové a aktuátorové dáta s dátami v internetovom cloude ako aj s lokálnymi cloudami zariadení IoT, inteligentnými telefónmi a notebookami. Ďalšou súčasťou je využívanie webovej stránky človek-stroj pre konfiguráciu, monitorovanie a vizualizáciu údajov zo senzorov a ovládačov pomocou nových webových technológií pre štrukturované spracovanie dát.[14]

V práci autoroch P. Rashidi a D. J. Cook je popisovaný prístup k automatizovanému objavovaniu a monitorovaniu denných aktivít v inteligentných budovách. Tento prístup je prezentovaný ako výhodnejší oproti klasickému, kde sú jednotlivé aktivity predvolené alebo označované na sledovanie a monitorovanie. Vďaka tomuto prístupu je potom nachádzane uplatnenie v domácej starostlivosti o obyvateľov, kde v kombinácii s vizualizáciou ktorou je poskytované vizuálne pozorovanie a skúmanie vzorov aktivít umožňovaná kontrola zo strany opatrovateľov.[15]

V práci autorov M. Schwanzer a A. Fensel je popisované chovanie užívateľov na rôzne typy vizualizácií v inteligentných budovách s ohľadom na vizualizovanie nákladov za energiu. V sociálnom experimente boli skúmané interakcie na vytvorené vizualizácie, ktoré bolo umožnené užívateľom ovládať. V tomto experimente sa ukázalo, že najväčšia miera interakcie bola spôsobovaná ak užívateľmi bolo videná spotreba a náklady vyčíslené v eurách.[16]

V práci autora A. A. N. Shirehjini je popisované používateľské rozhranie (UI), pomocou ktorého je umožňované užívateľovi priamo manipulovať so zariadeniami v inteligentnej budove bez toho, aby musel ovládať ich IP adresy a prístupové rozhrania. Toto UI je založené na 3D vizualizácií a priamym fyzickým spojením so zariadeniami.[17]

V práci autorov J.-M. Su a C.-F. Huang je popisovaný návrh aplikácie pre vizualizáciu, ktorou je umožňované návrharom inteligentných budov jednoduchšie tvorenie konceptu návrhu týchto budov. Návrhom je zahrňované 3D vizualizovanie budovy ako aj návrh kontextu

aplikačných scenárov pre senzorové zariadenia ako aj ich kontrola a zlepšovanie efektívnosti ich zavádzania.[18]

V práci autorov I. Vassileva, E. Dahlquist, F. Wallin, a J. Campillo je popisované poskytovanie užívateľom obytných budov informácie a spätnú väzbu o energetickej spotrebe. V práci sú popisované rôzne stratégie pre spätnú väzbu pre užívateľov, kde sa najlepšie osvedčil spôsob v ktorom mali užívatelia dáta zobrazované v televíznych kanáloch a na domácich displejov. Takto vizualizovanými dátami bola dosahovaná úspora energie 15% až 20%.[19]

V práci autorov H. Zheng, H. Wang, N. Black, a Lee je popisované použitie adaptačnej neurónovej siete s názvom Rastúce samo organizujúce mapy (GSOM) pri analýze ľudských aktivít v inteligentnej budove. Výsledkami tejto práce je poukazované na vlastnosti GSOM pri analýze užitočných vzorov zakódovaných v denných údajoch o činnostiach. Vďaka týmto prístupom je prispievané k možnému vývoju užívateľsky prívetivej platformy pre zlepšenie objavovania, vizualizácie a interpretácie.[20]

V práci autorov Ge Mengmeng, Hong, Jin B., Guttmann Walter a Kim Dong Seong je popisovaný rámec pre modelovanie a posudzovanie bezpečnosti internetu vecí (IoT). Pomocou tohto rámca môžu byť nájdené potenciálne scenáre útokov v rámci IoT a posúdené rôzne obranné stratégie. Rámec pozostáva zo spracovania dát, generovania bezpečnostného modelu, vizualizácie zabezpečenia, bezpečnostnej analýze a aktualizácie modelu. Rámec je v práci hodnotený prostredníctvom scenárov z inteligentných domácností a monitorovacích systémov zdravotnej starostlivosti.[21]

V práci autorov Doyle Julie, Caprani Niamh a Bond, Rodd je popisovaná štúdia pôsobenia inteligentných domácností na predlžovanie obdobia zdravého starnutia a skvalitnenia života starších ľudí. V práci je zhodnocovaná účinnosť rôznych vizualizačných techník na prezentáciu zdravotných a wellness údajov založených na snímačoch. V práci je ukazované, že staršími osobami sú považované za prospešné informácie o čase strávenom vo vnútri i mimo domova, čas chôdze, spánok, činnosti, krvný tlak a hmotnosť.[22]

V práci autorov Kumar K. Mathan a Venkatesan R. S. je popisovaný spoľahlivý zdravotný monitorovací systém pre nízko nákladové monitorovanie pacientov. V projekte je zaoberané sa bezdrôtovými technológiami pre monitorovanie pacientov. Vizualizačný modul je tu využívaný pre zobrazovanie zaznamenaných biomedicínskych signálov na mobilných zariadeniach Android, ktoré je používané pacientmi a lekármi na konci siete v reálnom čase. Tento prístup je prezentovaný ako cenovo dostupný pre globálne riešenie zdravotnej starostlivosti so schopnosťou spracovať veľké množstvo biomedicínskych signálov.[23]

V práci autorov Shirehjini Ali Asghar Nazari a Semsar Azin je popísaný návrh konceptu užívateľského rozhrania založeného na 3D prístupe k inteligentným prostrediam na báze internetu vecí (IoT). V tejto práci sa autori snažia riešiť výzvy, ktoré prináša interakcia človek-IoT ako strata ovládania používateľa, chýbajúci systémový obraz alebo nadmerná automatizácia. Na riešenie týchto problémov je v práci navrhované riešenie založené na 3D vizualizácií pomocou mobilných zariadení. Týmto spôsobom môže byť používateľmi ľahko identifikované zariadenie v prostredí na základe jeho polohy, orientácie a formy čo umožňuje pristupovať k identifikovaným zariadeniam prostredníctvom rozhrania 3D pre priamu manipuláciu v rámci scény.[24]

V práci autorov Ali Safdar a Kim DoHyeun je prezentovaná vizualizácia domácej spotreby energie a webová aplikácia pre interaktívne grafické užívateľské rozhranie reálnych dát o spotrebe energie. V práci je analyzovaná prípadová štúdia, kde boli spracované údaje o spotrebe energie v kórejských budovách v ktorých je nasadená vizualizácia spotreby energie. V práci je prezentované, že obyvatelia ktorí vidia domácu spotrebu prostredníctvom grafov prejavujú šetrný prístup k jej spotrebe čo sa pozitívnejšie prejavuje na jej výrobe a taktiež na distribučnej a inteligentnej sieti.[25]

V tejto rešerši sa vyskytuje množstvo článkov, ktoré sa zaoberajú vizualizáciou v inteligentných budovách. Je poukazované nato, že súčasný trend týchto vizualizácií je zameriavaný hlavne na zdravotnú starostlivosť, energy management a implementáciu IoT do prostredia inteligentných budov.

2 Vizualizácia procesov

Pod pojmom vizualizácia technologického procesu je vyznačené jeho zviditeľnenie. Je predstavovaná ako vyššia forma riadenia technologického procesu, kedy je umožňované človeku do riadeného deja zasahovať, sledovať ho a reagovať na vzniknuté situácie. Vizualizáciou je umožňované používateľovi priebeh deja poznávať z hľadiska zákonitostí a vlastností, popísať celý priebeh deja, dôležité deje archívovať, vytvárať predpisy pre dosiahnutie požadovaného výsledku a postupne tak vytvárať vyššiu formu riadenia s cieľom eliminovať rutinné práce a zvýšiť kvalitu práce. Charakteristickými rysmi vizualizácie je pomerne veľký objem dát a ich prezentácia v takej podobe a forme, ktorej je možné veľmi rýchlo porozumieť. Do počítača s nainštalovaným vizualizačným softwarom, ktorý je pomocou komunikačnej linky pripojený riadiaci systém sú pravidelne prenášané dôležité informácie z riadeného deja, takže obsluha má silný nástroj na sledovanie riadeného deja a je jej umožňované doň zasahovať. Programovým vybavením sú najčastejšie automaticky sledované prípadné chybové alebo nezvyklé stavy, je zaznamenávaný parameter s riadeného deja a celkovo je tak dej monitorovaný a jeho priebeh je archívovaný. Obsluhou tak nemusia byť podrobne sledované všetky údaje a je jej umožňované sa sústrediť predovšetkým na vlastnú technológiu[26].

Pod pojmom vizualizačný systém je vyznačený súbor technických a programových prostriedkov určených pre vizualizáciu technologického deja. Často je označovaný ako MMI (Man-Machine Interface), HMI (Human-Machine Interface) rozhranie človek stroj, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) nadradené riadenie a zber dát. Technickým vybavením vizualizačného systému je predovšetkým vyznačené:

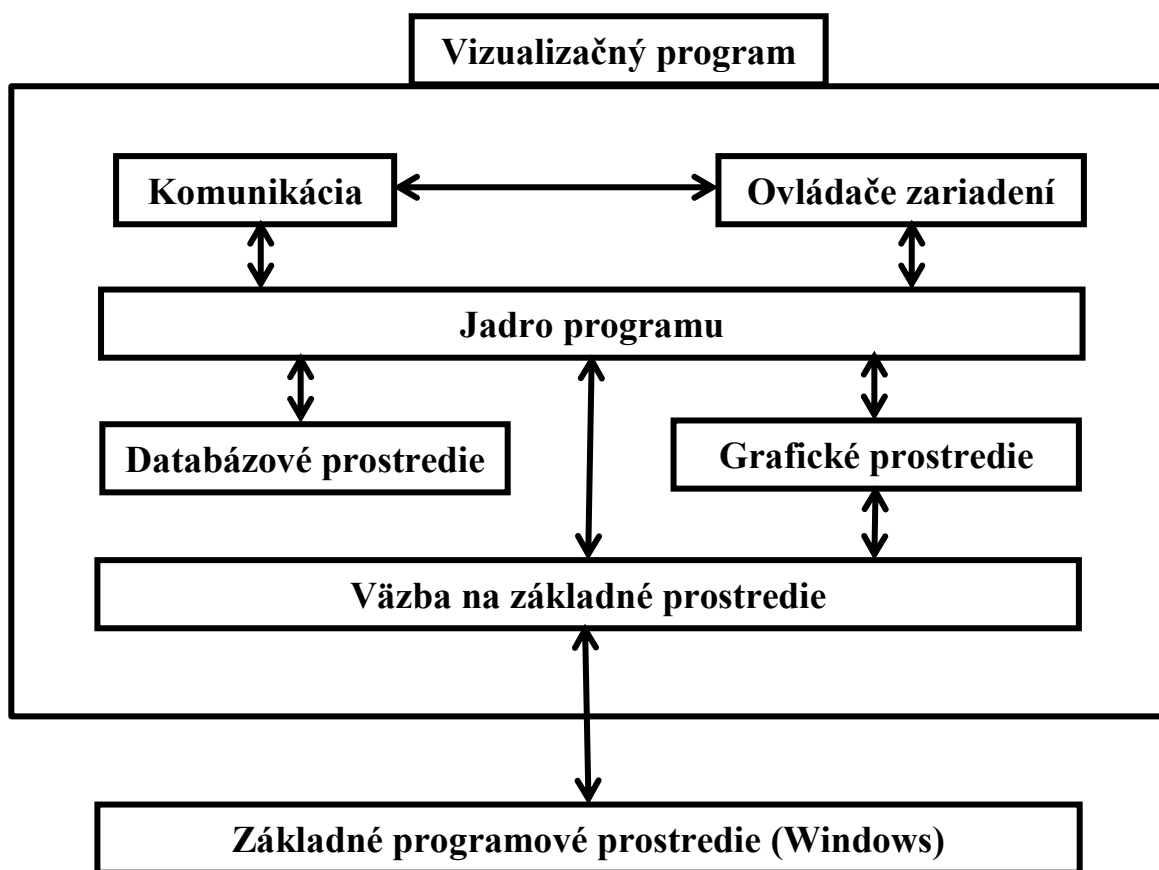
- riadiaci systém vybavený komunikačným rozhraním,
- komunikačná linka skonštruovaná pre dané prostredie,
- dostatočne výkonný počítač,
- sieťová karta.

Medzi vlastnosti programového vybavenia vizualizačného systému je radené predovšetkým:

- grafické znázornenie riadeného technologického deja, s prípadnou možnosťou animácie scény,
- popísanie riadeného deja formou receptúr a ich archívácia,
- archívácia vybraných parametrov riadeného deja,
- sledovanie a archívácia zvláštnych a chybových stavov (alarmov),
- vytváranie protokolov a priebehu sledovaného deja a jeho archívácia,
- sledovanie vývoja (trendov) vybraných parametrov v čase a ich archívácia,

- možnosť spätného vyvolania priebehu deja z archívu a spracovanie vybraných parametrov[26].

Jednou z požadovaných vlastností vizualizačných systémov je bezproblémové pripojenie s riadiacim systémom. Spojením viacerých riadiacich systémov sú vytvárané väčšie vizualizačné celky. Na (Obr. 1) je znázorňované blokové schéma vizualizačného systému. Jadrom programu je operované dnes najčastejšie s operačným systémom Windows, kde je využívané jeho grafické prostredie a iné aplikačné možnosti. Databázovým prostredím je obstarávané archivácia a spracovanie všetkých parametrov a údajov z riadeného deja. Ovládačmi zariadenia je zaisťovaná programová obsluha pripojených zariadení. Komunikáciou je zabezpečovaný prenos informácií medzi vizualizačným programom a riadiacim systémom[26].



Obr. 1: Bloková schéma štruktúry vizualizačného programu [26]

2.1 Súčasný nástroje na vizualizáciu prevádzkovo technických funkcií v procesoch

V súčasnej dobe je veľké množstvo vizualizačných nástrojov pre správu a monitoring prevádzkových funkcií v procesoch. Rôznymi spoločnosťami sú ponúkané na trhu komplexné SCADA/ HMI, viz. (Tabuľka 1).

Tabuľka 1: Prehľad softvérových balíkov SCADA/ HMI

Spoločnosť	Softvérový balík	odkaz na zdroj
Schneider Electric	Wonderware InTouch	http://www.wonderware.com
Siemens	WinCC	http://www.automation.siemens.com/
Idusoft	Web Studio	http://www.indusoft.com
Rockwell Automation	RSVIEW 32	http://www.rockwellautomation.com
Microsys	Promotic	www.promotic.eu
Moravské prístroje	Control Web	http://www.mii.cz
OSIsoft	PI Vision	http://www.osisoft.com
OSIsoft	PI Vision	http://www.osisoft.com

Mnohými spoločnosťami sú tiež vyvíjané priamo softvérové aplikácie pre vizualizáciu prevádzkových technických funkcií v inteligentných budovách, viz. (Tabuľka 2).

Tabuľka 2: Prehľad softvérových balíkov určených pre vizualizáciu v IB

Spoločnosť	Softvérový balík	odkaz na zdroj
Loxone	Loxone Classic App	https://www.loxone.com
Schneider Electric	InSideControl	http://www.schneider-electric.com
Siemens	Desigo Insight	http://www.buildingtechnologies.siemens.com
ComfortClick	bOS PRO Comfort	http://www.comfortclick.com

Pre spracovanie vizualizácií v tejto diplomovej práci boli vedúcim práce zvolené programy Wonderware InTouch, PI ProcessBook a PI Vision.

2.2 Wonderware InTouch

Pre jednu z vizualizácií funkcií v inteligentnej budove je v tejto práci používaný program Wonderware InTouch od firmy Schneider Electric.

InTouch je používaný pre vytváranie aplikácií supervizorného riadenia, vizualizáciu a zber dát z technologických procesov označovaných ako SCADA/ HMI. Je ním umožňované vytvárať grafické zobrazenie procesu, jeho ovládanie a animáciu. Dynamickými referenciami je umožňované užívateľovi online zmena databázových odkazov pre premenné. Spoločne so súčasnou schopnosťou dynamicky prepínať medzi aplikáciami je ním umožňovaná značná flexibilita aplikácií[26].

Systém InTouch je vybavený objektovo orientovanou grafikou, to znamená že objekty a skupiny objektov môžu byť jednoducho premiestňované, modifikované a animované. Nástroje sú dostupné priamo z Toolboxu alebo zo štandardného menu. Počet animovaných objektov nie je obmedzený. V InTouch je obsiahnutá knižnica Wizards, kde sú prevodom konfigurované komplexné objekty, ktoré sú užívateľom voľne modifikovateľné a kopírovateľné. Doplnkovým vybavením Toolkitu je dovoľované vývojárovi vytvárať vlastné i veľmi zložité objekty v AutoCADu[26].

Používateľovi je umožnený veľký výber rôznych súborov s aktuálnymi i historickými dátami pre zobrazenie v časovom grafe. Aktuálne dáta je umožňované zobrazit' až v štyroch stopách súčasne v jednom grafe a historické v ôsmich stopách súčasne v jednom grafe. Databázové premenné môžu byť logické, reálne, celočíselné alebo textové. Počet premenných nie je obmedzovaný. Súčasťou systému sú utility pre export/ import databáze do/ z tabuľkových procesorov, iných databázy alebo editorov. Alarmy sú ľahko konfigurovateľné. Je nimi umožňované priradiť prioritu od 1 do 999. Počet alarmov nie je obmedzovaný a všetky môžu byť zobrazované na monitoru alebo uložené na disku. V súvislostiach s alarmami je umožňované meniť farby alebo iné animačné vlastnosti. Novými distribuovanými alarmovými funkciami je umožňované v alarmovom objekte aplikácie, na ktoromkoľvek počítači v sieti, vybrať a potvrdiť príslušný alarm s automatickým prenosom potvrdenia do všetkých uzlov siete[26].

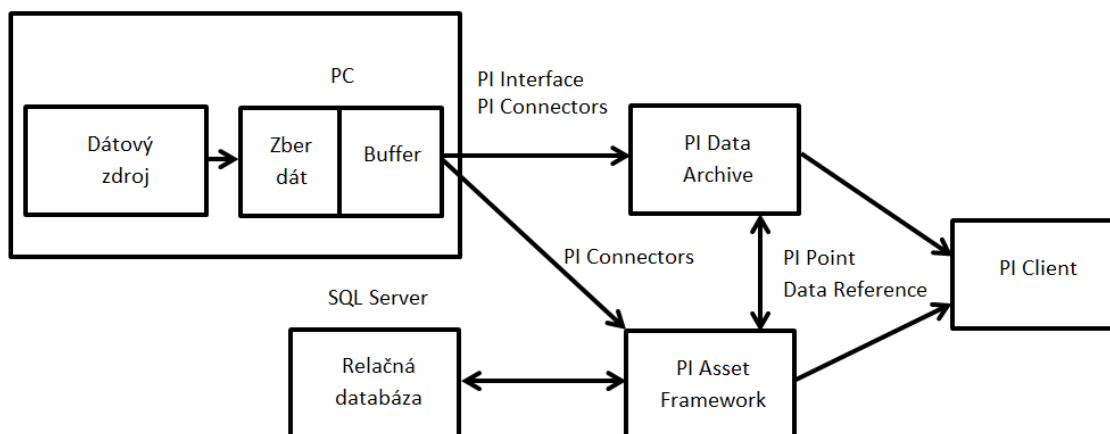
2.3 OSIsoft PI Systém

OSIsoft PI System je rada softvérových programov, ktorá je vyvíjaná firmou OSIsoft. PI System je predstavovaný ako priemyselný štandard pre infraštruktúru podnikov a inteligentných budov pre správu dát a udalostí v reálnom čase. PI Systemom je umožňované ľahšie vyhľadávanie, ukladanie, distribúciu, analýzu a vizualizáciu dát z rôznych dátových zdrojov ako snímače, aktory, manuálne vstupy, databázy, SCADA systémy atď.[27]

Dátové zdroje sú pripájané do jedného alebo viacerých počítačov určených pre zhromažďovanie údajov. Týmito počítačmi sú potom dáta odosielané do PI Data Archive. PI Asset Framework je používaný ako jeden zo spôsobov prístupu k PI Data Archive, môžu tu byť využívané ale aj iné PI či non-PI servery. Používateľmi sú potom požadované dáta buď zo serveru PI Data Archive alebo serveru PI Asset Framework zobrazované v nástrojoch pre PI Client[46].

V všeobecných súčiastiach systému PI je potom zahrňované:

- zdrojové dáta sú zhromažďované pomocou rozhrania PI Interface alebo PI Connector, ktoré je umiestňované na počítači pre zber dát,
- z PI Interface sú dáta posielané na server PI Data Archive (údaje o aktivitách sú odkazované na PI Asset Framework) a ukladané,
- z PI Connector sú dáta posielané na server PI Data Archive s automatickým vytvorením PI Point a štruktúra údajov je posielaná do PI Asset Framework,
- dáta sú čítané zo systému PI (PI Data Archive, PI Asset Framework) ľubovoľnou zložkou z PI vizualizačnej sady, ako napríklad PI ProcessBook, PI DataLink alebo PI Vision[46].



Obr. 2: Bloková schéma súčasti systému PI [46]

PI System je rozdeľovaný svojim zameraným na tri vrstvy: dátová časť, serverová časť a klientska časť[27].

2.3.1 PI System dátová časť

Touto časťou je predstavované fyzické spojenie dátových zdrojov s kontrolným systémom alebo priamo s PI Serverom pre manuálne vstupy, databázové systémy či dátové úložiska. Keďže touto vrstvou sú riadené dátové zdroje a je narábané s citlivými informáciami PI Systemom je ponúkané niekoľko možností ako ju zabezpečiť. Medzi dátovými zdrojmi a PI Serverom prebieha nepriama komunikácia skrz PI Interfaces a taktiež prebieha zber a ukladanie dát. PI Systemom sú ponúkané dva rozdielne spôsoby[27]:

- **Interfaces**

Rozhrania, sú softwarové aplikácie medzi dátovými zdrojmi a PI Serverom, ktoré sú spúšťané pod Windows alebo špeciálne upravenom UNIXE. Systém kde je rozhranie nasadzované sa nazýva uzol rozhrania tiež interface node. Dáta sú potom posielané skrz toto rozhranie na PI Server a späť do dátových zdrojov. Dáta posielané cez rozhrania sú ukladané na strane servera v PI Data Archive, kde sú im ponúkané široké možnosti nastavenia a rozšírené možnosti funkcií. Každému zariadeniu je priradzované vlastné rozhranie, ktoré je spájané s rozdielnym formátom dát. PI Systemom je podporované cez 400 rozhraní[27].

- **Connectors**

Konektory sú formované dosť podobné ako rozhrania ale sú nimi ponúkané menšie možnosti pre nastavenie a vďaka tomu sú viac zjednodušované na inštaláciu a správu. Tiež je nimi poskytovaný vyšší výkon čo je dosahované automatickým modelovaním dát v PI Asset Framework ako aj ukladaním do PI Data Archive[27].

2.3.2 PI Server

Je predstavovaný ako softwarový nástroj, ktorým z PI Interfaces sú spracovávané preložené dáta. Dáta sú na server dostavané ako PI Events (udalosti) a sú poskladané z časového odtlačku, hodnoty a ďalších atribútov. Dáta sú z PI Servera ukladané do PI Data Archive alebo odosielané na základe požiadaviek klientskym službám. PI server je rozdeľovaný na PI Data Archive a PI Asset Framework[28].

2.3.2.1 PI Data Archive

Sú ním ukladané a zasielané dáta klientskym službám v reálnom čase a taktiež je ním komunikované s rozhraniami[28].

2.3.2.2 PI Asset Framework

Je ním umožňovaná efektívna hierarchická organizácia dát, modelovanie dát na základe aktív (assets), interakcia, distribúcia, analýza dát a ich zasadenie do kontextu. Asset je kvalifikovaný ako fyzický objekt, ktorý je zaradzovaný ako časť nejakého zariadenia, ktorým je napríklad merané a zaznamenávané množstvo energie. Hierarchia PI Asset Framework je zorganizovaná z grúp elementov (assets), čím je považovaný určitý objekt, ktorým je schopné ukázať atribúty ako: názov zariadenia, fyzikálnu veličinu, matematické výpočty, PI Point. K týmto atribútom sú pričleňované metrické sústavy, ktoré sú automaticky konvertované v PI Asset Frameworks podľa požiadavkou. Pre prácu s PI Asset Framework je využívaný hlavne nástroj PI System Explorer[30]:

- **PI System Explorer**

Je pomocou neho umožňovaný prístup do databáz Asset Framework. Pomocou programu Explorer je umožňované konfigurovať objekty, ktorými je reprezentovaný daný proces, napríklad nádrže, transformátory, čerpadlá, merače... . Pomocou PI System Explorer je umožňované taktiež definovať jednotky merania (UOM), šablóny, množiny súborov atď. Je tiež používaný pre špecifikáciu bezpečnostných povolení a štandardných databáz. Tiež je ním umožňované kontrolovanie práci v databázach vytvorených v PI System Explorer[46].

2.3.3 PI Klienti

Sú softwarové aplikácie s ktorými je narábané koncovým užívateľom a ktorými sú znázorňované dáta graficky. Je nimi umožňované spolupracovať s nástrojmi Microsoft Office a podnikovými systémami ako SAP. PI klienti sú rozdeľovaní do dvoch skupín a to[28]:

- **Desktopové aplikácie:**

- PI DataLink,
- PI ProcessBook,
- PI Data Access.[28]

- **Webové aplikácie:**

- PI WebParts,

- PI ActiveView,
- PI Vision.[28]

2.3.3.1 PI DataLink

Je používaný na priame spojenie systému PI s Microsoft Excel. Dáta sú zobrazované v reálnom čase, rovnako sú zobrazované historické dáta a to priamo v Microsoft Excel, kde je umožňované ďalej tieto dáta spracovať v komplexných analýzach. PI DataLink je používaný na výpis hodnôt s ich časovými známkami, reportovanie, modelovanie, analýzy, hodinové priemery a proces plánovania. PI DataLinkom sú podporované PI Asset Framework a PI Event Frames. Do PI DataLink je umožňované vkladať aj displeje z PI ProcessBook. Na vytváranie a úpravu tagov je umožňované využiť priamo v Exceli nástroj PI Tag Configurator. PI Tag Configurator je používaný aj v 32-bitovej verzii Excelu. Ak je nutné používanie 64-bitovej verzie potom je nutné používanie alternatívy na správu tagov a to PI Builder, ktorým sú zabezpečované rovnaké vlastnosti ako nástroj PI Tag Configurator[31].

2.3.3.2 PI ProcessBook

Pre užívateľov je umožňovaný okamžitý prístup v reálnom čase k dátam a ich vizualizácií pomocou interaktívnych displejov. Dáta sú potom zobrazované v trendoch, dynamických symboloch, tabuľkách a v ich číselných hodnotách. Jeho veľkou výhodou je vektorová grafika vďaka ktorej je možné vytvárať profesionálne vyzerajúce vizualizácie. V PI ProcessBook je využívaná integrácia PI Asset Framework takže je možné vytvoriť jeden model pre rôzne zariadenia vďaka čomu dáta môžu byť ľahko aktualizované a dynamicky analyzované[27]. Pracovná plocha PI ProcessBook je zobrazovaná na (Obr. 3) a sú v nej obsiahnuté nasledovné nástroje:

1. Run mode – je používaný k otvoreniu vstupov a vykonaní príkazov potom čo je ProcessBook displej vytvorený. V tomto móde je umožňované vykonávanie iba malých zmien, pretože v tomto móde je zabráňované náhodným trvalým zmenám v itemoch na displeji,

2. Build mode – je využívaný k vytváraniu a modifikovaniu displejov. Je ním umožňované pridávať, odoberať a posúvať symboly na displeji; taktiež pridávať, odoberať a organizovať vstupy v ProcessBooku a prístup k definícií symbolov a formátovacích nástrojov,

3. Textové a kresliace prvky – sú používané pre vkladanie čiar, obdĺžnikov, elíps, mnohouholníkov a textových polí,

4. Value – je používaný pre získavanie a zobrazovanie dátového toku. Tieto dáta sú zobrazované ako čísla alebo ako digitálny stavový reťazec. Je nimi umožňované zobrazovať aj meno tagu a časovú pečiatku,

5. Button – je ním vytvárané spojenie s inými aplikáciami, napríklad s kalkulačkou alebo inými displejmi. Tiež je využívaný na vykonávanie skriptov.

6. Connector – je používaný pre prepájanie symbolov medzi sebou bez ohľadu na ich presúvanie. Vďaka tejto vlastnosti je využívaný na modelovanie a automatizácie.

7. Bar – je ním zobrazovaná aktuálna hodnota daného tagu v porovnaní s určením rozsahom hodnôt,

8. Tag Search – je ním otvárané okno pre vyhľadávanie jednotlivých tagov, kde je umožňované nastavovanie vyhľadávacích kritérií,

9. Graphic – je využívaný pre vkladanie grafických súborov z iných aplikácií ako je napríklad Microsoft Visio alebo CorelDRAW. Je používaná taktiež pre vkladanie kresieb a obrázkov na displej,

10. Control – je používaný pre vkladanie ovládacích prvkov ActiveX, ktoré sú nainštalované na PC do PI ProcessBooku. ActiveX prvky sú používané potom samostatne alebo v kombinácii so skriptami pre ich funkčnosť,

11. Trend – je používaný ako grafický symbol, ktorým sú zobrazované hodnoty namerané v čase. Je používaný najčastejšie pre zobrazovanie údajov časových radov aj keď je nimi umožňované zobrazovať aj údaje, ktoré nie sú časovej rady,

12. Trend Display – je ním zobrazované okno displeja, ktorým je automaticky vytváraný trend pre vybrané symboly pomocou predvoleného formátu a časového rozsahu,

13. Zoom – je ním umožňované nastavovať veľkosť zobrazenia displeja; pomocou jeho funkcie Fit All sa displej prispôsobí oknu monitora automaticky,

14. Symbol Library – je v nej uložená knižnica symbolov s veľkým výberom obrázkov, ktoré je umožňované meniť a prispôbovať podľa potreby,

15. XY Plot – je ním zobrazovaný graf s koreláciou medzi jednou alebo viacerými párovými súbormi údajov,

16. SQC Chart – je ním zobrazovaný graf údajov z PI SQC v ktorom sú zahrňované dáta z archívov PI a databáz ODBC,

17. Layers – je ním umožňované rozdeľovať displej na vrstvy obsahujúce jeden alebo viac symbolov. Tieto jednotlivé vrstvy môžu byť potom zobrazované alebo skrývané na základe požiadaviek,

18. Full Screen Mode – v tomto móde nie sú zobrazované ostatné toolbary a je zobrazovaný iba samotný displej,

19. Visual Basic Editor – je ním otváraný editor pre prácu vo Visual Basic pre aplikácie,

20. Macros – je ním otváraný editor v ktorom je umožňované vyberať, debugovať a spúšťať existujúce skripty Visual Basic Aplikácie,

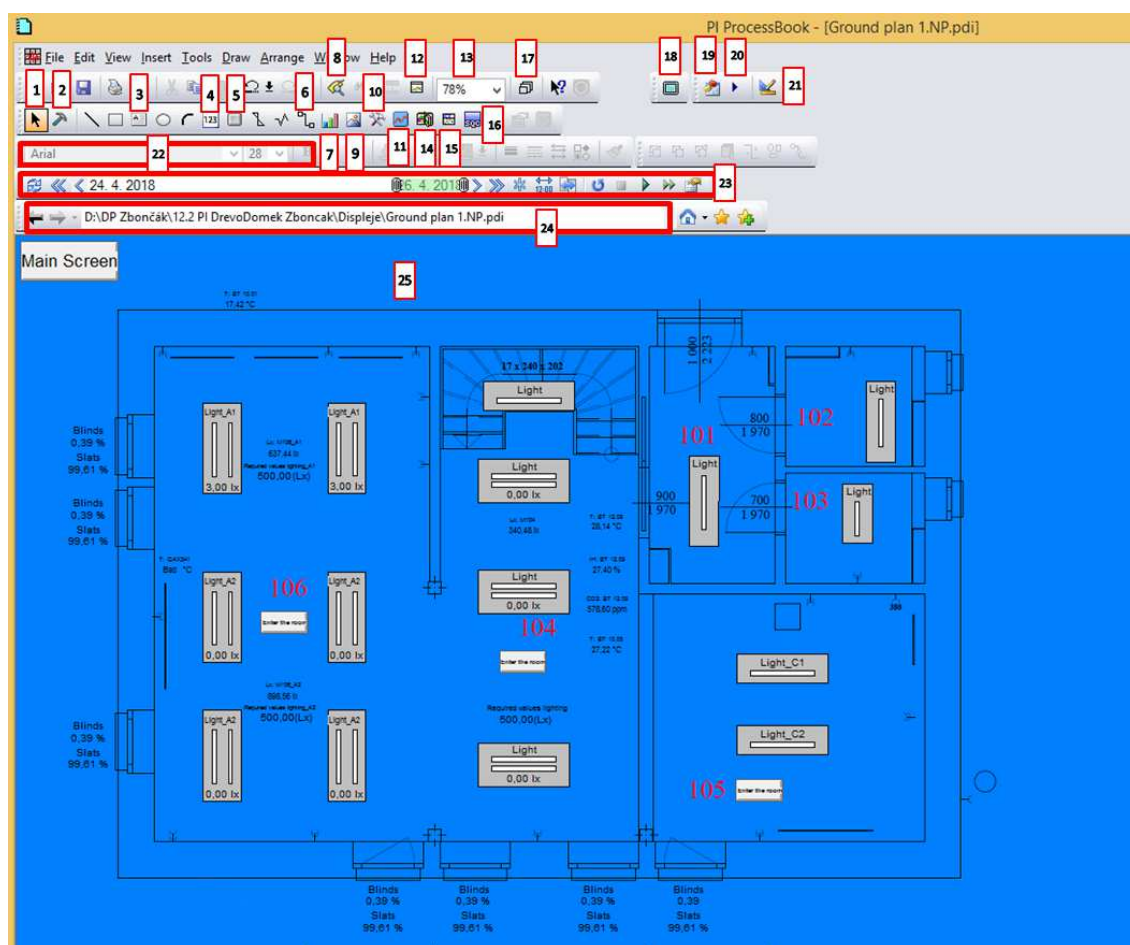
21. Design Mode – pomocou tohto módu sú zastavované bežiacie skripty, čo je využívané pri debugovaní,

22. Prvky pre správu textu – týmito prvkami je umožňované meniť veľkosť, farbu, hrúbku a font textu,

23. Time Range and Playback Toolbar – je ním umožňované prehrávať, pozastaviť, sluškovať a ručne posúvať zobrazovanie displeja vo vopred nastavenom časovom období. Môže byť s ním pohybované dozadu a dopredu v čase a čo môže byť využívané pre analýzu a zobrazovanie podmienok v rôznych časových rámcoch daného displeja,

24. Umiestnenie displeja – v tomto boxe je zobrazované umiestnenie displeja s možnosťou prepínania medzi nimi,

25. Displej ProcessBooku – do tejto časti je možné vkladanie symbolov a grafických prvkov z popísaných jednotlivých nástrojov[27].



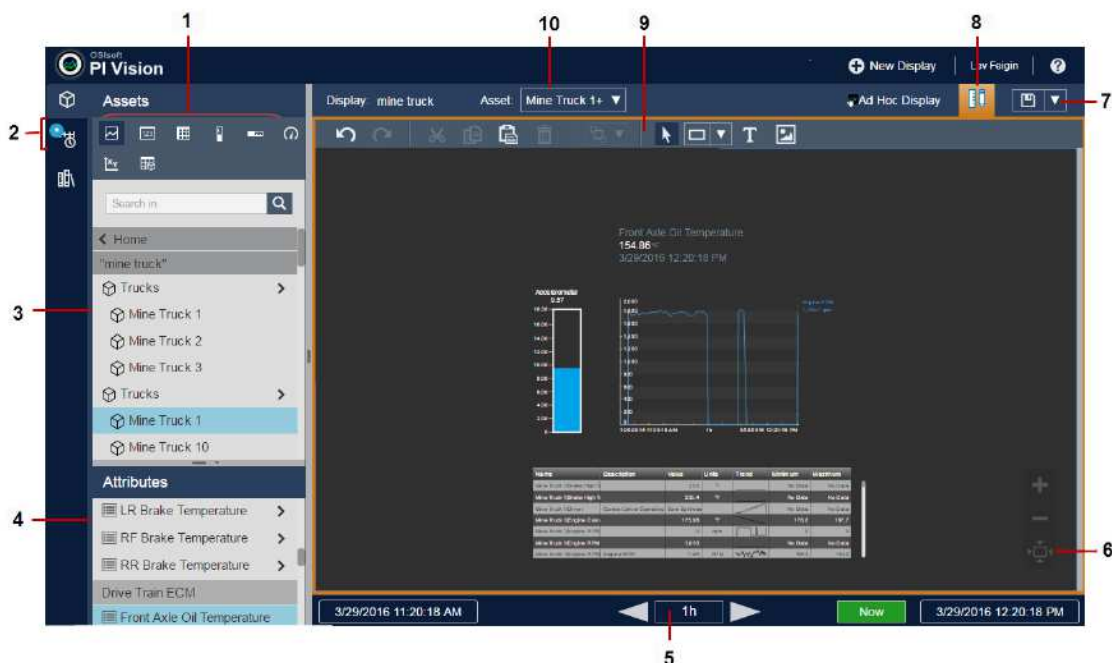
Obr. 3: Pracovná plocha v PI ProcessBook

2.3.3.3 PI Vision

Je využívaná ako webová aplikácia, ktorá je použitá ako tenký klient a jej fungovanie je zabezpečované vo webovom prehliadači. Je ňou umožňované vytváranie trendov, monitorovanie a analyzovanie informácií o procese. V PI Vision je tiež umožňované vyhľadávanie a vizualizáciu time-series dát alebo iných dát PI System, tiež je umožňované dané vytvorené vizualizácie ukladať a znovu použiť pre potreby ďalšej analýzy. Sú v nej zobrazované displeje z PI ProcessBook a súhlasné displeje s užívateľmi, ktorými je prístupované k PI Vision. Nástroje pre tvorbu vizualizácie sú využívané podobné ako v PI ProcessBooku[29]. Pracovná plocha PI Vision je zobrazovaná na (Obr. 4) a sú v nej rozložené prvky:

1. Galéria symbolov – je ním umožňované vizualizovať daný dátový item. Je zobrazovaný potom vo forme trendov, hodnôt, tabuliek, vertikálnych, horizontálnych, radiálnych a XY grafov alebo tabuliek pre porovnávanie aktív,

2. **Záložka eventov** – je využívaná na prácu s eventmi, ktorými sú ovplyvňované operácie a sú nimi zachycované udalosti,
3. **Assets panel** – sú v ňom obsiahnuté použiteľné položky z Asset Framework,
4. **Panel atributov** – sú v ňom obsiahnuté atributy jednotlivých položiek z Asset Framework,
5. **Timebar control** – je využívaný na zobrazovanie času začiatku a konca všetkých symbolov na displeji,
6. **Fit all and zoom** – je používaný na približovanie a oddaľovanie displeja,
7. **Save button** – je používaný na ukladanie vytvorených displejov,
8. **Desing mode button** – je používaný na prepínanie medzi módom pre kreslenie a editovanie displeja a pracovným módom, kde sú zobrazované aktuálne dáta v symboloch,
9. **Editing toolbar** – sú v ňom umiestňované nástroje pre pridávanie tvarov, textov a obrázkov,
10. **Asset list** – je v ňom umožňované prepínať zobrazované položky na displeji pomocou výberu iného listu položiek[29].



Obr. 4: Pracovná plocha v PI Vision[29]

2.3.4 PI Analysis

Je ním vytváraná medzivrstva medzi serverovou a klientskou časťou a je ním postarané sa o analytické výpočty. Výpočty nad dátami, ktoré sú ukladané na PI servery sú ukladané späť na

PI server pod novými tagmi. PI Analysis je využívaný k zefektívňovaniu procesov a je poskladaný z viacerých nástrojov[28]:

- **PI SQC**

Je štatistická kontrola kvality a sú ňou načítavané dáta z PI archívov, databáz ODBC a vykonávané štatistické výpočty a podľa nich je určované chovanie dát. Je používaná na odhalenie kolísania hodnôt, ktoré je spôsobované nejakou vonkajšou príčinou. Pomocou SQC sú odhaľované tieto výkyvy a analyzované ako a či negatívne vplývajú na proces a potom sú podnikané potrebné kroky na ich odstránenie[28].

- **RT Reports**

Sú používané na vytváranie a spravovanie elektronických správ z PI System a ďalších zdrojových dát. Sú nimi vytvárané správy založené na real-time i historických dát z interných aj externých zdrojov vrátane relačných a internetových dátových služieb[28].

- **PI Manufacturing Control Network**

Je používaná na odhalenie potenciálnych problémov zníženia výkonu v rámci IT infraštruktúry daného procesu[28].

- **PI ACE**

Je ňou umožňované písať jednoduché alebo i zložité rovnice, ktoré sú používané opakovane pri podobných dátach[28].

2.3.5 PI Web API

Je prístupová vrstva, ktorou je umožňovaný multiplatformový rozvoj webu, PC a mobilných aplikácií v rôznych programovacích jazykoch. PI Web API je umožňované tiež načítať a manipulovať s dátami time-series z PI data archívu a zo servera PI Asset Framework. Pre komunikáciu cez web je využívaná na vzájomnú komunikáciu a na komunikáciu s klientmi a je ňou dovoľované komunikovať medzi rôznymi IT infraštruktúrami[29].

2.3.6 Ukladanie dát v PI System

V PI System sú na ukladanie dát využívané tieto časti:

- **PI Asset Framework**

Sú ním reprezentované dátové zdroje vo forme stromovej štruktúry. Týmito assets (elementy) je potom predstavovaný napríklad objekt rozdelený na jednotlivé časti[30].

- **PI Asset Attributes**

Sú ním popisované významné vlastnosti jednotlivých elementov ako: teplota, tlak, otáčky alebo či je daný senzor v prevádzke. Jedná sa o rôzne typy hodnôt ako: výsledky výpočtov, konštanty, databázy a PI Points[27].

- **PI Point**

Alebo tiež PI Tag je používaný ako základná jednotka PI System, ktorá je využívaná na ukladanie dát v reálnom čase. Je ňou reprezentovaný ľubovoľný dátový tok. Tagy majú jedinečné atribúty vďaka, ktorým sa nemôžu navzájom zameniť[27].

3 Inteligentná budova

“Je definovaná ako budova vybavená počítačovou a komunikačnou technikou, ktorá predpovedá a reaguje na potreby používateľov s cieľom zvýšiť ich komfort, pohodlie, znížiť spotrebu energie, poskytnúť bezpečie a zábavu pomocou riadených technológií v dome a ich interakciu z vonkajším svetom“[32].

Hlavným cieľom inteligentnej budovy (IB) bolo určené, aby sa v nej spojilo a integrovalo ovládanie z pohľadu vzhľadov vypínačov ako aj z pohľadu jednotného ovládania, ktoré by bolo prispôbené na mieru konkrétnej budovy. Výhodou inteligentnej budovy oproti klasickej budove je možnosť programovať jednotlivé tlačidlá tak, aby boli schopné vytvárať rôzne režimy (scény), pre jednotlivé miestnosti alebo celý dom a následne, aby tieto tlačidlá boli reprogramovateľné. Vďaka takto naprogramovaním režimom je potom umožňované ovládať niekoľko prevádzkových funkcií v IB naraz ako aj možnosť vložiť na jedno tlačidlo viacero funkcií, ktoré sú ovládané v závislosti na dĺžke stlačenia príslušného tlačidla[33]. Inteligentnou budovou by mali byť teda hlavne poskytované používateľom benefity v týchto oblastiach:

- **Komfort a pohodlie:**

Toho je docielené tým, že je zjednodušované a zrýchľované ovládanie. Mnohé funkcie, ktoré sa opakujú sa automatizujú ako napríklad: otváranie a zatváranie žalúzií ráno a večer; vypínanie; zapínanie a stmievanie svetiel na základe intenzity osvetlenia; vykurovanie. Tieto funkcie sú následne reprogramované ak prestávajú plniť požiadavky na komfort používateľa a tým sa znova docieľuje pohodlie[33].

- **Bezpečnosť**

Automatizovanými funkciami inteligentnej budovy je dosahované to, že bezpečnostné funkcie sú zapínané vždy, keď je to potrebné. Toto zabezpečenie je vykonávané automaticky pri detekcii zamknutí dverí alebo stlačením príslušného tlačidla. Vnútorne aj vonkajšie priestory domu môžu byť sledované online kamerovým systémom a prenášané do počítača alebo mobilného telefónu užívateľa. Bezpečnostné systémy v inteligentnej budove tiež dokážu spolupracovať s ostatnými funkciami napríklad: pri detekcii vniknutia neoprávnenej osoby do miestnosti cez okno môže byť táto osoba uväznená v dome pomocou žalúzií, ktoré sú automaticky sťahované; pri detekcii požiaru sú žalúzie zase vyťahované a odomykané prístupové body; prípadne bezpečnostný systém môže využiť spínanie osvetlenia v domácnosti, aby bola stimulovaná prítomnosť osôb v dome[33].

- **Úspora energií**

Tá je v inteligentnej budove dosahovaná nastavením požadovanej teploty pre jednotlivé miestnosti v závislosti na čase a dátume. Automatickým stmievaním svietidiel na základe intenzity osvetlenia, vypínanie svietidiel pri odchode z domu alebo po detekcii neprítomnosti osoby v miestnosti. Spotrebiče, ktorými je spotrebované na svoju činnosť veľa energie sú spúšťané iba v časoch kedy je cena elektrickej energie lacnejšia[33].

- **Zábava**

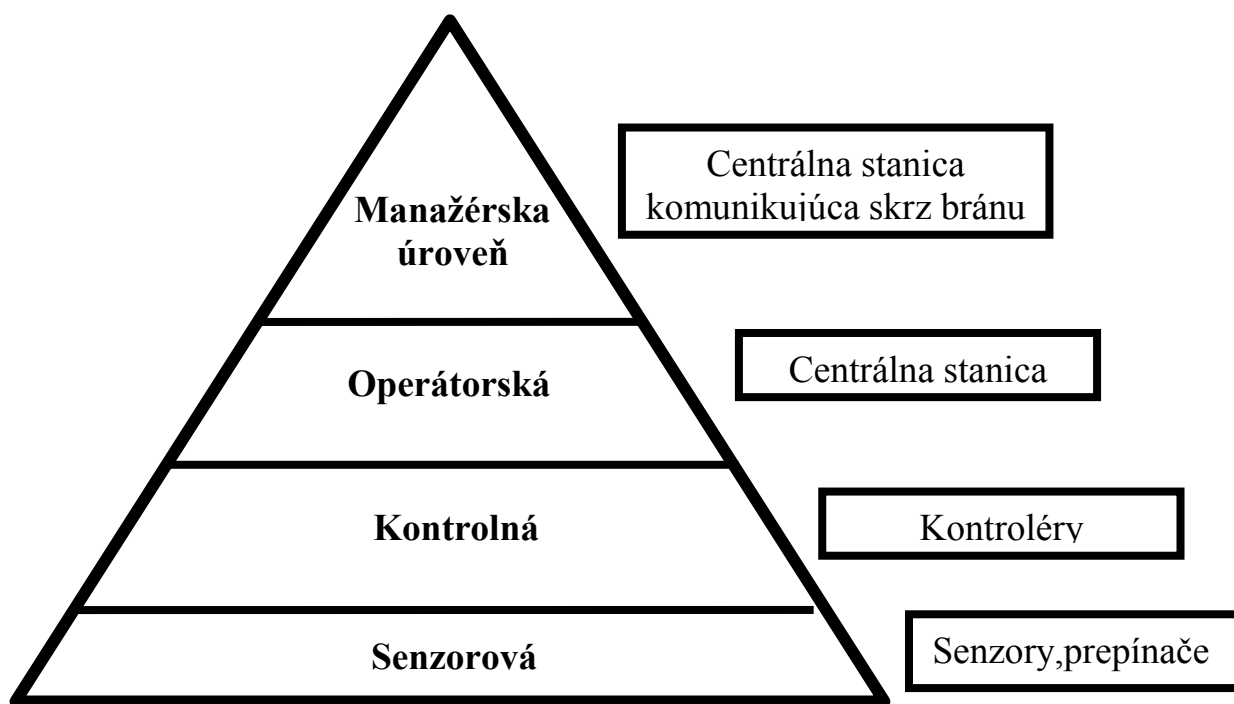
V inteligentných budovách zabudovaný audiosystém je možné prepojiť s ostatnými funkciami IB, ktoré sú používateľom definované v režimoch (scénach), tak by sa navzájom dopĺňali. Napríklad pri pozeraní a počúvaní hudby sú zatváhané žalúzie a stmované svetlo v spálni[33].

- **Dizajn**

Tým že je umožňované spojiť viac funkcií na jedno tlačidlo je odpadaná nutnosť montovať veľké množstvo ovládačov po stenách čím je zlepšovaná estetika miestnosti. Navyše všetky funkcie, ktoré nie sú umožňované vložiť do tlačidla alebo proste ich ovládanie by bolo moc náročné sú vkladané do aplikácie v tablete alebo mobilnom telefóne čím odpadajú ďalšie rušivé ovládacie prvky na stenách miestnosti[33].

4 Building management system (BMS)

Building energy management system (BEMS) alebo tiež označované ako building management system (BMS) sú dnes zakomponované ako súčasť moderných budov hoci ich potenciál nebol ešte naplno v praxi rozvinutý. Avšak ako počítače a komunikačné technológie napredujú tak aj príspevok BEMS bude zvyšovaný. Výkon mikroprocesorovej techniky je každý rok zvyšovaný a preto je očakávané, že nasadzovanie BEMS bude zvyšované úmerne k tomuto trendu. Presná povaha BEMS je viac či menej popísaná tak, že aj tie najmenšie súčasti ako sú spínače či ventily už dnes obsahujú v sebe mikroprocesorové čipy, ktoré sú spojené do komunikácie a ovládacej zbernice. Na (Obr. 3) sú znázornené rôzne úrovne BEMS od najnižších zariadení, ktoré sa stávajú viac a viac inteligentnými až po koncový management obstarávajúci počítačom[35].



Obr. 5: Kontrolné úrovne v BEMS [35]

4.1 Výhody použitia BEMS

BEMS je poskytovaná úspora energie okolo 5 % a dobu návratnosti investície okolo 2 – 3 rokov. Tieto úspory závisia hlavne od správne nastaveného BEMS. Okrem toho BEMS sú poskytované aj iné benefity ako[35]:

- **Monitoring**

Jednou z hlavných výhod BEMS je konštantný monitoring budovy a schopnosť a možnosť si pozrieť dáta neskôr. Tým je umožňované technikom a používateľom lepšie porozumieť budovám či závodovom, kde je BEMS čo vedie k energetickým úsporám. BEMS môže byť umožňované kontrolovať energetickú účinnosť a zálohovať dáta z meracích prístrojov nielen elektrickej energie[35].

- **Komunikácia**

Ďalší benefitom BEMS je možnosť komunikácie zo senzormi pomocou komunikačnej linky. Tým je poskytované operátorovi prehľad o stave zariadení bez nutnosti ich manuálne kontrolovať alebo diagnostikovať ich chyby osobne na mieste. Navyše všetky údaje o prevádzke zariadení sú archivované takže je ich možné spätne prezerat', kontrolovať a vyhodnocovať[35].

- **Úspory na zamestnancoch a údržbe**

Operátor môže byť často nahradený BEMS systémom, prípadne jeden operátor zvládne pokryť viac budov vďaka tomu, že BEMS poskytujú vzdialenú správu a kontrolu o zariadení. Vzdialené stanice komunikujú s centrálnym systémom, ktorá prijíma a uchováva alarmové hlásenia zo vzdialených miest. BEMS je poskytovaný monitoring stavu zariadení a tak dokáže vyhodnotiť na ktorom zariadení má byť vykonaná údržba ešte predtým ako dôjde k jeho úplnému zlyhaniu[35].

- **Uvedenie do prevádzky**

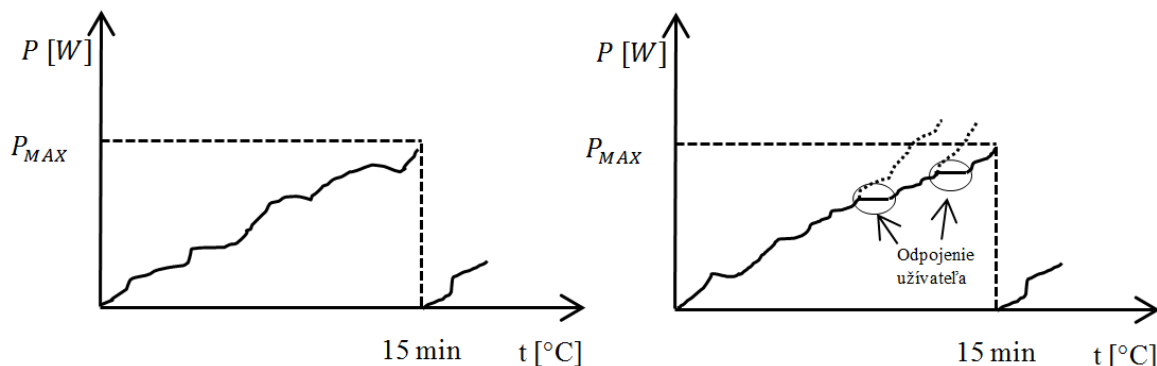
Po zavedení BEMS do prevádzky je užitočné doladiť ovládacie prvky v budovách a zariadeniach, ktoré sú monitorované. To platí najmä v obytných budovách, kde vykurovanie a nočné vetranie sú zložité procesy na kontrolu. BEMS umožňuje uviesť do prevádzky svoje mechanické a elektrické služby ak komunikuje napríklad s meradlami prietoku, vyvažovacími ventilmi, tlmičmi a podobne[35].

Medzi ďalšie často používané funkcie BEMS patrí:

- **Obmedzenie maximálnej záťaže**

Jedná sa o funkciu, ktorá dokáže obmedziť maximálnu záťaž a zaoberá sa odpočtom hodnoty spotreby elektrickej energie v priebehu štvrťhodiny a určuje priemerný odoberaný výkon za tento časový úsek. Táto funkcia sa uplatňuje najmä v priemyselných podnikoch a spočíva v prognóze výpočtu, ktorá hodnotu najväčšej záťaže spočíta na koniec štvrťhodinového merania. Ak sa vyhodnotí, že bude prekročená zmluvne stanovená hodnota, potom zasiahne program a spotrebiteľ odpojí Obr. 3. Táto funkcia predovšetkým odstraňuje doplatky poskytovateľovi elektrickej energie. Taktiež ponúka možnosť priebežného sledovania

priemernej spotreby a tým aj jej zníženie v dôsledku optimalizácie priebehu výroby, viz. (Obr. 5)[34].



Obr. 6: Obmedzenie maxím výkonu [34]

- **Časovo ovládané spínanie**

Ďalších potenciálnych úspor energie sa dá pomocou BEMS dosiahnuť, že prevádzkové doby zariadení sa prispôbia skutočne potrebným časovým úsekom a ich využitiu. Napríklad zladenie ranného príjazdu personálu budovy na parkovisko s časovým programom riadenia osvetlenia závislým na východe slnka. V inteligentných budovách má už skoro takmer každý regulátor zabudovaný od výrobcu program k časovému ovládaniu nočnej prevádzky, tak aby znížil teplotu miestnosti na úroveň jej temperovania. Táto funkcia je potom najčastejšie napojená na počítač, kde sa robia krátkodobé zmeny a vyladenia[34].

- **Adaptívna regulácia podľa požadovanej referenčnej hodnoty**

Častým príkladom adaptívneho princípu býva uvádzaná ekvitermná regulácia teploty prívodu vykurovacieho okruhu. Snímač v tomto prípade meria vonkajšiu teplotu podľa referenčnej hodnoty a je tu používaný ako regulátor. Ak je snímačom zaznamenané, že vonkajšia teplota je menšia ako nastavená referenčná tak je zvyšovaná teplota prívodu vykurovacieho okruhu. Pri hodnote teploty, ktorá je rovná referenčnej hodnote je teplota prívodu znížovaná na minimálnu prípustnú hodnotu. V lete je táto funkcia využívaná na znížovanie rozdielu vonkajších a vnútorných teplôt, kedy je teplota vykurovacieho okruhu postupne zvyšovaná čím je docieľované zníženie rozdielu. Využívané je to najmä pri ochrane zdravia užívateľa[34].

- **Regulácia entalpie**

Táto funkcia sa používa pri nastavovaní klimatizácie v miestnosti. Pod pojmom entalpia je vyrozumený energetický obsah látky a je tu využívaný na optimálne nastavenie klapiek privádzaného a odvádzaného vzduchu s ohľadom na jeho energetický obsah. Pomocou tejto metódy sú potom zladované požiadavky na ohrev, chladenie, odvlhčovanie a zvlhčovanie[34].

- **Spínanie na základe riadenia závislých udalostí**

Táto funkcia sa používa najčastejšie v spojení spotrebič – používateľ. Kedy na základe prítomnosti používateľa v miestnosti sa nastaví požadovaná teplota, osvetlenie a zapnú sa požadované spotrebiče. Naproti tomu ak je funkciou vyhodnocované, že sa užívateľ v danej miestnosti nebude nachádzať tak tieto spotrebiče a ich funkcie nebudú uvedené do prevádzky. Časté využitie má táto aplikácie v hotelových izbách, kedy systém na základe rezervácie izby vie či sa tam užívateľ bude nachádzať alebo nie[34].

- **Spínanie optimalizované v čase (Optimum Start Stop)**

Jedná sa o zdokonalenú funkcie časovo závislého spínania, ktorý je najčastejšie riadený programom na manažérskej úrovni. U tejto funkcie sa najčastejšie zadávajú časy, ktoré sú určené na zapnutie a vypnutie. Vo funkcii spínania optimalizovanom v čase alebo tiež „kľzavom spínaní“ sú tieto povely vydávané na základe výpočtov najneskoršie možných zopnutí a najskorších prípustných zopnutí v čase. Vo výpočtoch sú brané do úvahy veličiny ako vonkajšia, vnútorná teplota a teplotné vlastnosti budovy[34].

- **Nočná chladiaci prevádzka**

Táto funkcia je používaná v letných mesiacoch kedy v noci vonkajšia teplota vzduchu poklesne a ventilačný systém ho začnú naplno spracovávať. Tento systém vetrania je využívaný do ranných hodín a cez deň je tento vzduch uskladnený v budove, ktorá je využívaná potom ako zásobník chladiaceho média[34].

- **Regulácia pásmom nulovej spotreby energie**

U tejto funkcie sa energetických úspor dosahuje vytvorením regulačného teplotného pásma, kedy sa nevykuruje a ani nechladí len sa pomocou vzduchotechniky reguluje cirkulácia vzduchu najmä prísunom vonkajšieho vzduchu. Vďaka čomu spotreba energie klesá takmer k nule[34].

- **Cyklické spínanie**

Je využívané časovo obmedzené prerušenie prevádzky u veľkých spotrebičov čím je vedené k úsporám za energie[34].

4.2 Potenciálne problémy s BEMS

Navzdory mnohým výhodám použitia BEMS sa objavujú aj niektoré potenciálne problémy. Mnohé z nich sú spojené s problémami priamo s počítačom na ktorom beží BEMS. Taktiež integrovanie rôznych technológií nesie so sebou potenciálny problém kedy je nutné pre ich správne nastavenie absolvovať rôzne školenia, ktoré sa často kvôli financiám vynechávajú. Tiež

pri odchode pracovníkov zo zamestnania a školeniu nových často vzniká problém, že nový operátori chcú zaznamenávať čo najviac údajov čo potom môže viesť na rôzne nezmyselné alarmové stavy, ktoré neodpovedajú realite sledovaného procesu. Taktiež sa musí dbať nato, aby zakúpené technológie a komponenty dokázali spolupracovať[35].

4.3 Súčasné nástroje pre správu BMS

V súčasnosti je na trhu niekoľko spoločností, ktoré ponúkajú nástroje pre správu BMS v inteligentných budovách, viz. (Tabuľka 3).

Tabuľka 3: Prehľad softvérových nástrojov pre správu BMS

Spoločnosť	Softvérový balík	odkaz na zdroj
Siemens	Desigo Insight	http://www.buildingtechnologies.siemens.com
NETxAutomation	NETx BMS Server	http://www.netxautomation.com
Bticino	KNX building automation system	http://www.bticino.com
Extron Electronics	Extron Control	http://www.extron.com

5 KNX

KNX je celosvetový štandard pre riadenie prevádzkových technických funkcií v budovách. Vlastníkom a tvorcom tejto technológie je asociácia KNX[32]. Certifikácia produktov na základe štandardu KNX je zaručuje vzájomnú kompatibilitu výrobkov rôznych firiem (SIEMENS, ABB, Schneider Electric a iné)[39], čo predstavuje vysokú úroveň flexibility. Certifikácia je vykonávaná v nezávislých laboratóriách. Certifikáciou a skúškami prechádzajú tiež inštalatéri a projektanti KNX, ktorí sa školia v certifikačných školiacich strediskách KNX. Na základe úspešne absolvovanej skúšky zo základného kurzu KNX je možné dostať certifikát partner KNX. Na základe tejto licencie je možné potom získať detailné informácie o produktoch KNX, objednávať produkty od KNX Association, programovať a projektovať systémy KNX[32].

Technológia KNX je decentralizovaný zbernicový systém, ktorý nepotrebuje k svojej prevádzke PC a ani žiadnu centrálnu riadiacu jednotku. Všetky informácie a dáta sú uložené v mikroprocesoroch jednotlivých prvkov (účastníkov zbernice), ktorí spolu komunikujú na rovnakej úrovni, tzv. multi-master-komunikácia[39]. Uvedenie do prevádzky sa realizuje pomocou ETS softwaru[38]. Systém KNX môže poskytovať rôzne rozmanité aplikácie, kde sú integrované rôzne technológie ako:

- Komunikáciu
- Bezpečnosť
- Osvetlenie
- Ochranu pred slnečným žiarením
- Vykurovanie
- Chladenie
- Ventiláciu
- Energetický manažment
- Automatizáciu
- Komfort ovládania

KNX sa využíva v riadení prevádzkových technických funkcií administratívnych budov, obchodných centier, zdravotných zariadení a ústavov, bánk, architektonických objektov ale aj v priemysle. Tento systém riadenia teda prináša nielen komfort ovládania ale predovšetkým účinný nástroj pre efektívne riadenie prevádzkových technických funkcií[32].

V rodinných domoch sa KNX využíva hlavne kvôli komfortu a prestíži, pretože energetický management v týchto objektoch nie je tak citeľný ako vo veľkých komerčných stavbách. KNX umožňuje takmer neobmedzené možnosti pri výbere ovládačov, ktoré upokoja takmer každého

zákazníka a rovnako tak aj poskytuje možnosti architektom dotvoriť interier do posledného detail podľa vlastného želania[32].

5.1 Prenosové médiá v KNX

KNX zbernica ponúka vysokú flexibilitu pri prenosových médiách a je možné voliť až z piatich dostupných médií, prípadne ich je možné aj kombinovať. V inštaláciách rodinných domov je najpoužívanejší systém KNX TP (Twisted pair) vychádzajúci z pôvodného štandardu EIB. Na prenos dát môže KNX využiť tieto médiá:

- Twisted Pair – krútený pár, označovaný ako KNX.TP
- Power Line – silové vedenie KNX.PL
- Rádiový prenos KNX/RF
- Ethernet KNXnet/IP
- Optická vlákna[36]

5.2 Topológia systému KNX/EIB

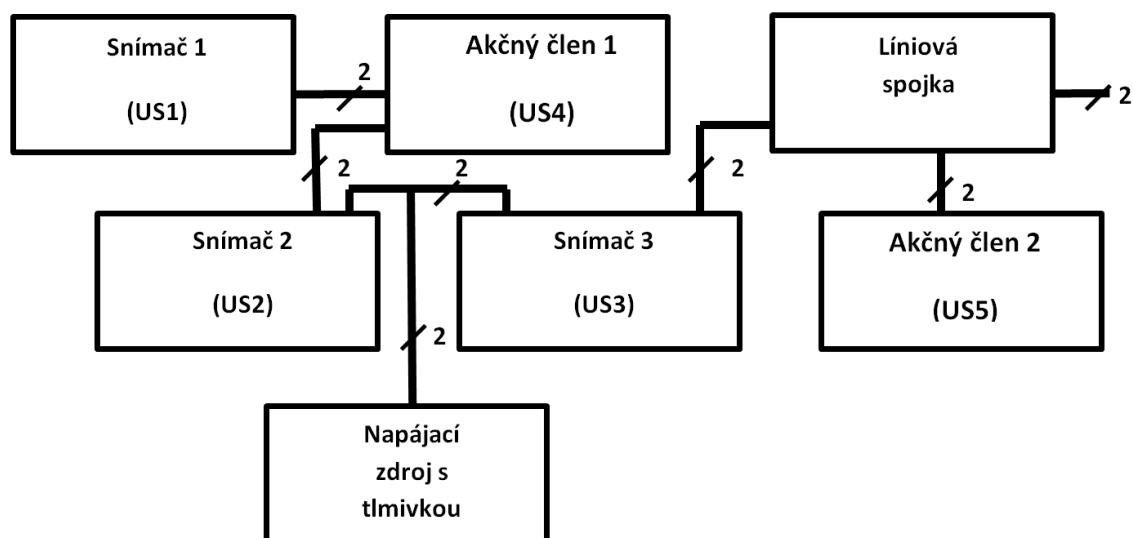
Systém KNX/EIB bol vytvorený tak, aby riadil prevádzku všetkých prevádzkových technických funkcií ako v malých rodinných budovách tak i v tých najrozsiahlejších komerčných objektoch. Preto bola navrhnutá štruktúra jednotlivých častí systémovej inštalácie umožňujúca bezproblémovú komunikáciu v budove ľubovoľnej veľkosti. Veľkosť siete KNX môže byť až 1000 m, maximálna vzdialenosť medzi jednotlivými zariadeniami je 700 m. Všetky zapojené jednotky sa napájajú po zbernici priamo z KNX. V jednej podsieti môže byť zapojených až 256 jednotiek čo predstavuje pre celú možnú sieť až 65 tisíc jednotiek[32].

Silové napájanie je ako u klasickej elektroinštalácie, kde musia byť jednotlivé spotrebiče pripojené aj ovládacie prevádzkové technické funkcie pripojené na silovú napájaciu sústavu 230/400 V s dodržaním všetkých zásad pre správne dimenzovanie a istenie vedenia a spotrebičov pre pripojenie na nízke napätie[37].

Okrem napájania cez silovú sieť musí byť vyprojektovaná a zriadená komunikačná sieť. Aby inštalácia KNX/EIB fungovala bez porúch musí projektant správne vyšpecifikovať systémove zariadenia, akčné členy a snímače, ktoré sa v odbornej literatúre označujú ako účastníci zbernice[37]. Títo účastníci sú pripojení na zbernicovú časť po ktorej je zaistená výmena informácií medzi jednotlivými účastníkmi zbernice[32].

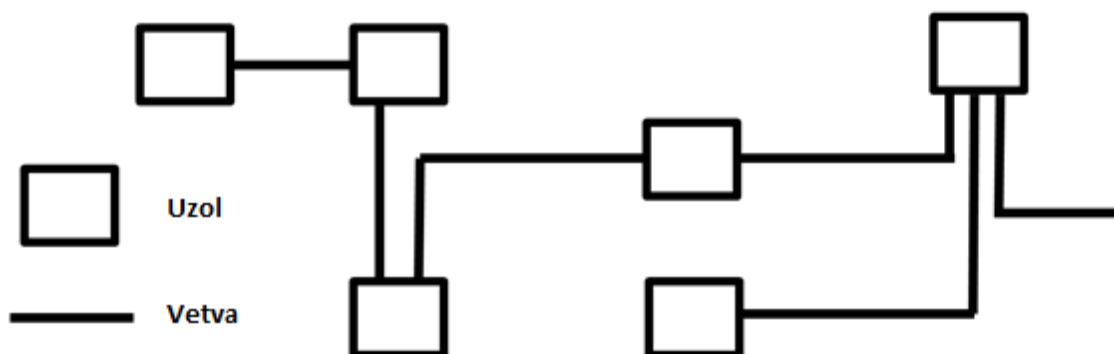
Silová a komunikačná časť musia byť galvanicky oddelené, čo vyžaduje aj použitie rôznych typov vedenia[36].

Topológia samotná, viz. (Obr. 6) je popisovaná štruktúrou systému s ohľadom na komunikačno-technické väzby jednotlivých komponentov (účastníkov), ktorými sú vytvárané. Popisovaná je pomocou sieťových grafov[32].



Obr. 7: Příklad topologie KNX/EIB[32]

Sieťový graf je zostavený z uzlov a vetví, viz. (Obr. 7). Uzly komunikačnej siete sú jednotlivé prístroje KNX/EIB, ktoré sú spojené minimálne s jedným ďalším prístrojom. Spojenie dvoch uzlov v jednej línii sa realizuje pomocou dvojžilového vedenia zbernice KNX.TP. Spojenie je možné uskutočniť rovnako aj rádiovým prenosom KNX.RF[32].



Obr. 8: Sieťový graf KNX/EIB[32]

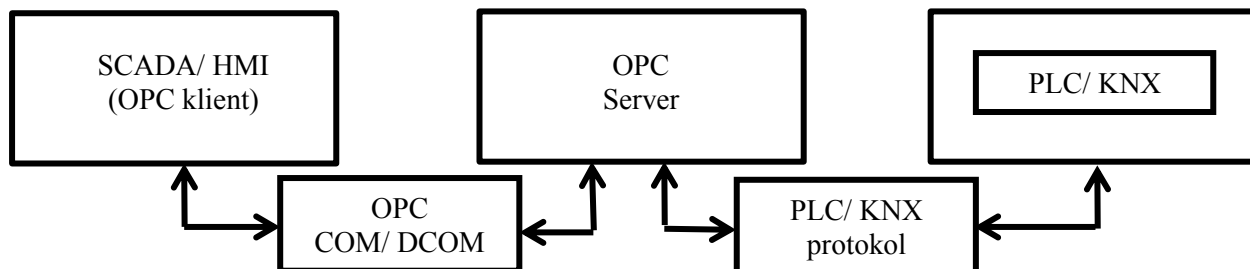
6 OPC

OPC je skratka pre Open Proces Control alebo tiež OLE (Object Linking and Ebbingding) for Process Control tiež označované ako Open process connectivity. OPC je používaná ako sada otvorených štandardov a špecifikácií umožňujúcich komunikáciu v reálnom čase medzi Windows aplikáciou (softvér) a priemyslovým zariadením (hardware). Typicky medzi SCADA/HMI aplikáciou a PLC. Taktiež je ju možné použiť pre komunikáciu medzi Windows aplikáciami[40]. Upresňovaním a vytváraním špecifikácií sa zaoberá nezisková organizácia OPC Foundation[41].

Keďže prístup aplikačných programov k dátam z koncového zariadenia je realizovaný pomocou ovládača (software) vzniká I/O driver problém, čiže každá aplikácia musí obsahovať ovládač pre hardware, ktorý je využívaný inak ju nie je možné použiť. Zmena vlastností hardwaru môže byť tiež príčinou nefunkčnosti niektorých ovládačov a medzi ovládačmi môže dochádzať ku konfliktom v prístupe k hardware[41].

OPC je ponúkané riešenie vytvorenia jednotného rozhrania pre výmenu dát medzi aplikáciami (OPC klientmi) a koncovým zariadeným prostredníctvom OPC serveri. Vďaka tomu monitorovacie a riadiace aplikácie nie sú naďalej závislé na použití konkrétnych hardwarových ovládačov a odpadá tak celá rada negatívnych aspektov pre výrobcu aj užívateľa[41].

OPC sú spustené v rámci samostatnej aplikácie (služby) pod MS Windows. Sú využívané framework Microsoft ActiveX (predtým OLE), technológie COM (Component Object Model), respektíve jej sieťová verzia DCOM (Distributed Component Object Model) platformy MS Windows. V prípade použitia OPC na operačnom systéme Linux je nutné použiť náhradu vrstvy DCOM[41]. Blokové schéma OPC systému, viz. (Obr. 8).



Obr. 8: Blokové schéma OPC systému[40]

OPC sa najčastejšie využívajú pre SCADA/ HMI aplikácie s nadväznosťou na vizualizačný software, pozeranie a záznam dátových tokov v rámci výrobných procesov a s väzbou na podnikové informačné systémy[41].

OPC štandard v súčasnej dobe svojimi špecifikáciami upravuje nasledujúce oblasti:

- **OPC Data Acces**

Je skupina OPC štandardou, ktoré podrobne upravujú: dátovú komunikáciu medzi koncovým zariadeným typu PLC a klientskymi aplikáciami ako sú užívateľské alebo dátové rozhrania HMI/ SCADA. Zameriava sa predovšetkým na spojitý charakter dátovej komunikácie a zaoberá sa iba komunikáciou v reálnom čase[41].

- **OPC Alarms & Events**

Je skupina OPC štandardou, ktoré podrobne upravujú: problematiku výstrah a udalostí medzi koncovým zariadeným a klientskymi aplikáciami. Upozornenie na výstrahy a špecifikované udalosti je poskytované na vyžiadanie čo je zásadný rozdiel oproti spojitému dátovému toku v OPC Data Access. Zahrňuje taktiež výstrahy procesov, operátorské akcie, informačné správy a podrobnejšie zdieľacie prostriedky[41].

- **OPC Historical data**

Je skupina OPC štandardou, ktoré podrobne upravujú: problematiku prístupu klientskych aplikácií k procesným dátam z dátových a databázových zariadení. Oproti špecifikácii OPC DA, kde je definovaný komunikačný protokol ako real-time procesných dát sa OPC Historical Data Acces zaoberá iba výmenou už archivovaných dát. Rovnako ako u OPC DA je možné využiť technológiu DCOM čo umožňuje prenášanie historických dát v rámci LAN sieti[41].

- **OPC XML Data Access**

Vymedzuje integráciu OPC a XML do internetových aplikácií[41].

- **OPC Commands**

Je sada rozhraní, umožňujúcich OPC klientom monitorovanie a posielanie kontrolných príkazov koncovým zariadeniam[41].

- **OPC Batch**

Je rozšírenie špecifikácie OPC Data Acces pre technológie zo šaržovou výrobou[41].

- **OPC Data eXchange**

Určuje popis štruktúry zložitejších dátových typov, ako sú napríklad binárne štruktúry, a prístup k nim[41].

- **OPC Unified Architecture**

Je nová sada špecifikácií nahradzujúca väčšinu vyššie uvedených štandardov vrátane OPC Data Access. Táto špecifikácia nevyužíva Microsoft COM/ DCOM[40].

6.1 OPC klient

Pre OPC klient sú používané dve metódy aktivácie OPC serveru:

- **Out-of-Process (alebo tiež ako exe či local)**

Je to odporúčovaný typ aktivácie. Je umožňované lokálne aj vzdialené pripojenie a je umožňované pripojenie viacerých OPC klientov zároveň[40].

- **In-Process (alebo tiež DLL)**

Je ponúkaný iba pre lokálne pripojenie a pripojenie je možné iba pre jedného OPC klienta[40].

Chovanie OPC je odlišované počas konfigurácie (OPCEnum) a za behu (Operation) aplikácie, čo je dôležité pri riešení prípadnej nefunkčnosti.

- **OPCEnum (enumeration)**

Je zabezpečované prechádzanie dostupných OPC serverov na počítači a prechádzanie komunikačných položiek (itemov) v OPC server[40].

- **Operation**

Je poskytované pripojenie alebo spustenie OPC serveru, tiež je posielaná žiadosť o poskytovanie dát OPC serverom a poskytovanie real-time dát OPC serverom[40].

OPC klient na identifikáciu jedinečného OPC serveru používa dve metódy:

- **ProgID: PROG**rammatic Identifier

Čo je zrozumiteľný názov OPC komponenty. Tento názov sa zobrazuje pri prehliadaní OPC serverov[40].

- **CLSID: CL**as Identifier

Je to interný identifikátor využívaný pri interakciách OPC klienta a OPC serveru[40].

6.2 Wonderware FactorySuite Gateway ako OPC klient

V tejto práci je využívaný ako OPC klient Wonderware FS Gateway od firmy Schneider Electric, ktorý podporuje OPC DA 2,05a. Jeho konfigurácia sa vykonáva cez System Management Console a podporuje aktiváciu OPS serveri In-proc a Out-of-proc. Typicky využíva InTouch alebo Historian Server pre komunikáciu s OPC serverom[40].

6.3 Komplikácie pri použití OPC serverov

- **Zložitá konfigurácia OPC servera**

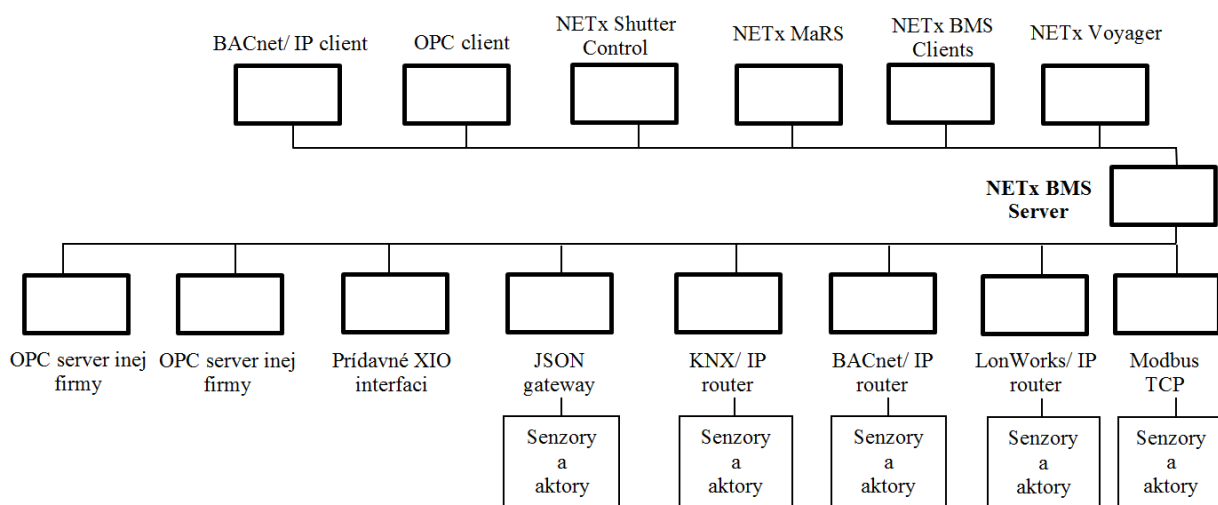
OPC server je nutné správne nastaviť a poznať jeho komunikačné protokoly. Integrátor musí teda okrem OPC štandardov poznať aj podrobnosti o komunikácii každého pripojovaného zariadenia čo je dosť náročné aj pre skúseného technika[42].

- **Vysoké náklady na OPC server**

U SCADA systémov je bežné platiť licenčné poplatky podľa počtu vstupných a výstupných bodov (tagov). Výrobcovia OPC serverov uplatňujú rovnakú filozofiu a teda znamená, že je pre danú úlohu nutné zaplatiť dva licenčné poplatky čo znamená výrazne náklady[42].

6.4 NETx BMS Server 2.0

Ako OPC server bol použitý v tejto práci software NETx BMS Server 2.0 od firmy NETx Automation. Tento software okrem OPC servera poskytuje aj ďalšie komplexné služby na úrovni BMS serveru. Pomocou NETx BMS Server sú zbierané hodnoty dátových bodov z rôznych systémov ako KNX, BACnet, LonWorks, Modbus, Micros a ďalšie. Tieto hodnoty sú potom poskytované klientom pre správu budov ako sú energetický management, systém pre zber dát a trendov, vizualizácie a ďalšie. Okrem toho NETx BMS server zahŕňa centrálnu databázu pre archiváciu historických dát tak aj webový server pre poskytovanie vizualizácie. Vďaka otvorenému OPC rozhraniu môže integrovať OPC klientov tretích strán[43].



Obr. 9: Blokové schéma NETx BMS štruktúry[43]

V NETx BMS Server 2.0 sú ponúkané rôzne vylepšujúce vlastnosti ako :

- **Rozhranie k úrovni managementu**

Štandardné rozhrania riadiacej úrovne NETx BMS servera sú OPC a BACnet/ IP. Z tohto dôvodu hocijaký klient, ktorý podporuje OPC alebo BACnet môže byť integrovaný[43].

- **Funkcia brány**

NETx BMS server môže byť tiež používaný ako multi-protokolová brána. Vstavané zariadenia môžu poskytovať a odovzdávať hodnoty medzi rôznymi protokolmi a technológiami. Dedikované hardwarové brány tak už nie sú potrebné[43].

- **Spoľahlivosť**

Spoľahlivosť má zásadný význam v rámci automatizácie budov, preto NETx BMS server ponúka možnosť hlavného/ záložného prostredia. V prípade že hlavný server nie je online záložný server preberie ovládanie bez straty funkčnosti pripojených klientov[43].

- **Virtuálne dátové body**

Okrem fyzických dátových bodov NETx BMS server ponúka možnosť vytvorenie virtuálnych dátových bodov. Tie sú potom používané ako klasické dátové body ale existujú iba v aplikácií. Užívateľ ich môže rôzne definovať[43].

- **Rozhranie na senzorovej úrovni**

V NETx BMS Server je ponúkané rozšírené rozhranie na úrovni senzorov. Okrem KNX, BACnet, LonWorks a Modbus môže byť na požiadanie aplikácia rozšírená o ďalšie rozhrania[43].

- **Web server**

NETx BMS server je dodávaný s integrovaným web serverom čo poskytuje možnosť vyvíjať priamo webové vizualizácie bez nutnosti inštalovania ďalšieho softwaru. Keďže web server využíva štandardne HTML a JAVA-Script tak sa klienti môžu naň napojiť bez nutnosti nejakých ďalších aplikácií[43].

- **Klaster modul**

Použitím vstavaného klastrového modulu môžu byť použité dátové body z iných OPC serverov. Okrem toho NETx BMS servery môžu byť medzi sebou prepojené[43].

- **BMS štúdio**

NETx BMS štúdio slúži ako grafické užívateľské rozhranie pre konfiguráciu a údržbu NETx BMS servera. Okrem riadenia použitých zariadení a dátových bodov je možné riadiť aj iné úlohy aplikácie[43].

- **Škálovateľnosť**

Vzhľadom k flexibilita a modulárnemu dizajnu je možné NETx BMS server využiť v projektoch všetkých veľkostí, od malých rodinných domov až po veľké komerčné budovy. NETx BMS server môže v jednom projekte pojať až viac ako 100 000 dátových bodov[43].

- **Online kontrola**

Všetky zariadenia ako aj stav servera sú sledované a sú k dispozícii, rovnako aj ako správa dátových bodov. Všetky tieto informácie môžu byť použité k online monitoringu prostredníctvom vizualizácie[43].

- **Prídavná kontrolná funkčnosť**

Ak použité funkcie na úrovni senzorov a aktorov nie sú dostatočné môžu byť prídavné funkcie realizované na úrovni NETx BMS servera pomocou rôznych časovačov, úloh na udalosti alebo skriptami[43].

- **NETx BMS klienti pre vizualizáciu**

Vstavaný webový prehliadač poskytuje výkonné rozhranie pre klientov na vizualizačnej báze. Akékoľvek klientske rozhranie, ktoré využíva internet sa môže pripojiť na vizualizáciu. Okrem toho sú vytvorené aplikácie pre iOS a Android, ktoré zjednodušujú integráciu a konfiguráciu danej vizualizácie[43].

- **Databáza**

NETx BMS Server 2.0 zahŕňa SQL databázy v predvolenom nastavení. Táto databáza má možnosť archivovať všetky dátové zmeny. Tieto historické dátové hodnoty je potom možné použiť pri vytváraní trendov[43].

- **Modul merania**

Použitie inteligentných meračov, ktoré merajú hodnoty z ľubovoľných zdrojov môže byť integrované v rámci webového vizualizačného klienta[43].

- **Import konfigurácie**

Aby bolo možné využívať dátové body z automatizačnej úrovne tak musí byť ich odpovedajúca konfigurácia nainportovaná. Pre uľahčenie tohto procesu sú tu k dispozícii automatické nástroje na import pre KNX, BACnet alebo OPC[43].

- **Simulačný mód**

Tento režim sa používa na testovanie nastavenia servera bez toho, aby musel byť pripojený fyzicky k sieti[43].

7 Realizácia vizualizácií

Realizácia jednotlivých vizualizácií je rozdelená na štyri celky a jednotlivé vizualizácie sú tvorené podľa pravidiel BMS. V prvom sú vytvorené vizualizácie v programoch Wonderware InTouch a NETx BMS Server 2.0. V tejto časti sú obsiahnuté vytvorené laboratórne úlohy pre študentov do predmetu Řízení provozu budov v učebni FEI EB 312 na paneloch KNX. Cieľom je, aby študentmi mohli byť vytvárané vizualizácie prevádzkových technických funkcií BMS v inteligentnej budove s využitým zbernice KNX. OPC server NETx BMS Server 2.0 v sebe obsahuje vizualizačného klienta takže bola využívaná táto možnosť a rozšírili sa laboratórne úlohy aj o možnosť vytvorenia webovej vizualizácie. Vytvorenie úloh počíta zo správnou parametrizáciou a nastavením prístrojov a taktiež s správnym nastavením topológie na zbernici KNX. Exportovaním údajov do OPC serveru, správnym nastavením OPC klienta a jeho prepojenia s OPC serverom. Vytvorením vizualizačného projektu v aplikácii InTouch a následne v programe NETx BMS Server 2.0, kde je použitá webová vizualizácia a teda výslednú vizualizáciu si študenti môžu vyskúšať aj na svojich mobilných zariadeniach. Úlohy sú realizované pre funkcie, ktoré je možné riadiť na paneloch KNX: spínanie osvetlenia, stmievanie osvetlenia a riadenie pohybu žalúzií.

Druhá časť realizácie pozostáva z vytvorenia vizualizácie pre prevádzkové technické funkcie BMS Smart Home Drevo-domku, ktorá je využívaná na monitorovanie a výskum technológií pre inteligentné budovy. Vizualizácia je vytvorená v programe PI ProcessBook. Táto vizualizácia zahŕňa kompletnú vizualizáciu technických funkcií použitých na Drevo-domku od senzorovej časti až po správu energií.

Tretia časť realizácie pozostáva z vytvorenia vizualizácie osvetlenia na budove FEI VŠB. V tejto časti je pomocou nástroja PI Asset Frameworks vytvorená výpočtová analýza, ktorá sleduje čas po ktorý je dané svietidlo zopnuté a následne z jeho príkonu dopočítava spotrebu elektrickej energie pre dané svietidlo. Vizualizácia je vytvorená v programe PI, kde sú vizualizované hodnoty spotreby elektrickej energie pre jednotlivé poschodia budovy. V tomto prípade vizualizácia osvetlenia a jej spotreby elektrickej energie slúži ako rozšírenie už stávajúcej vizualizácie HVAC na budove FEI.

Štvrtá časť realizácie pozostáva z importovania vytvorených vizualizácií pre Drevo-domek a budovu FEI VŠB v programoch PI ProcessBook do webového klienta PI Vision tak, aby bolo možné jednotlivé obrazovky zobrazovať v html klientoch.

7.1 Vizualizácia v programe Wonderware InTouch a NETx BMS Server 2.0

Vizualizácia v programoch Wonderware InTouch a NETx BMS Server 2.0 je realizovaná na výukových paneloch KNX na učebni EB 312 na budove FEI VŠB, viz. (Obr. 10). Pre tieto paneli boli vytvorené laboratórne úlohy do predmetu Řízení provozu budov. Každá úloha je rozdelená na samostatné časti, ktoré sú detailne popísané s podrobným návodom postupu.



Obr. 10: Výukový panel KNX na učebni FEI EB 312

Jednotlivé úlohy boli navrhnuté tak, aby si študenti mohli na nich vyskúšať jednoduché riadenie a vizualizáciu prevádzkových technických funkcií v inteligentných budovách s ohľadom na funkcie BMS ako je monitorovanie, znižovanie spotreby energie a komfort.

Zoznam jednotlivých úloh je zobrazený, viz. (Tabuľka 4) a ich celý prehľad s popisom a parametrizáciou v prílohách na CD.

Tabuľka 4: Prehľad vytvorených úloh

Názov úlohy	Použité prístroje	Funkcie
Riadenie a vizualizácia spínania osvetlenia pomocou komponentov technológie KNX	KNX IP-Router REG-K(MTN680329), Líniová spojka REG-K(MTN680204), Switch aktuátor REG-K/4x230/10(MTN649204), 3x Push-button 2-gang plus(MTN617225)	Spínanie a riadenie osvetlenia
Riadenie a vizualizácia stmievania a spínania osvetlenia pomocou komponentov technológie KNX	KNX IP-Router REG-K(MTN680329), Líniová spojka REG-K(MTN680204), Stmievací aktuátor Control unit 0-10 V REG-K (MTN646991), 3x Push-button 2-gang plus(MTN617225)	Stmievanie a spínanie osvetlenia
Riadenie a vizualizácia ovládania žalúzií pomocou komponentov technológie KNX	KNX IP-Router REG-K(MTN680329), Líniová spojka REG-K(MTN680204), Blind/ Switch aktuátor REG-K (MTN649908), Push-button 2-gang plus(MTN617225)	Manuálne ovládanie žalúzií

7.1.1 Prehľad použitých prístrojov

Výukové paneli KNX na učebni FEI EB 312 sú napájané dvoma napájacími zdrojmi REG-K/160 mA (MTN684016), pre každú vetvu jeden. Všetky použité prístroje sú od firmy Schneider Electric.

- **Zdroj REG-K/160 mA (MTN684016)**
 - prevádzkové napätie 110-230 V
 - výstupný prúd 160 mA
 - frekvencia 50- 60 Hz
 - inštalácia na DIN lištu

Ostatné použité prístroje podľa jednotlivých úloh:

- **KNX IP-Router REG-K (MTN680329)**

KNX Router slúži na prepojenie Ethernetovej siete zo zbernicou KNX, ktorá je prepojená cez Twisted-Pair.

- prevádzkové napätie 24 V
- inštalácia na DIN lištu

- **Líniová spojka REG-K (MTN680204)**

Slúži na prepojenie hlavnej oblasti s ďalšou líniovou.

- prevádzkové napätie 24 V
- inštalácia na DIN lištu

- **Switch aktuátor REG-K/4x230/10 (MTN649204)**

Spínací aktuátor pre zopnutie štyroch záťaží pomocou kontaktov. Funkcia pre spínanie jednotlivých kanálov je voľne nastaviteľná.

- pracovné napätie 230 V
- spínací výkon 2000 W
- spínací prúd 10 A
- inštalácia na DIN lištu

- **Stmievací aktuátor Control unit 0-10 V REG-K/3-gang with manual mode (MTN646991)**

Stmievací aktuátor pre zopnutie troch záťaží pomocou kontaktov. Funkcia pre stmievanie jednotlivých kanálov je voľne nastaviteľná. Rovnako je možné vybrať typ záťaže pre nastavenie stmievanej krivky.

- pracovné napätie 230 V
- spínací výkon 3600 W
- spínací prúd 16 A
- ovládací prúd 100 mA
- inštalácia na DIN lištu

- **Blind/ Switch aktuátor REG-K/8x/16x/10 (MTN649908)**

Žalúziiový/ Spínací aktuátor pre zopnutie až šestnástich záťaží pomocou kontaktov. Funkcia pre nastavenie kanála ako spínacieho alebo na ovládanie žalúzií je voľne nastaviteľná.

- pracovné napätie 230 V
- spínací výkon 2000 W
- spínací prúd 10 A
- inštalácia na DIN lištu

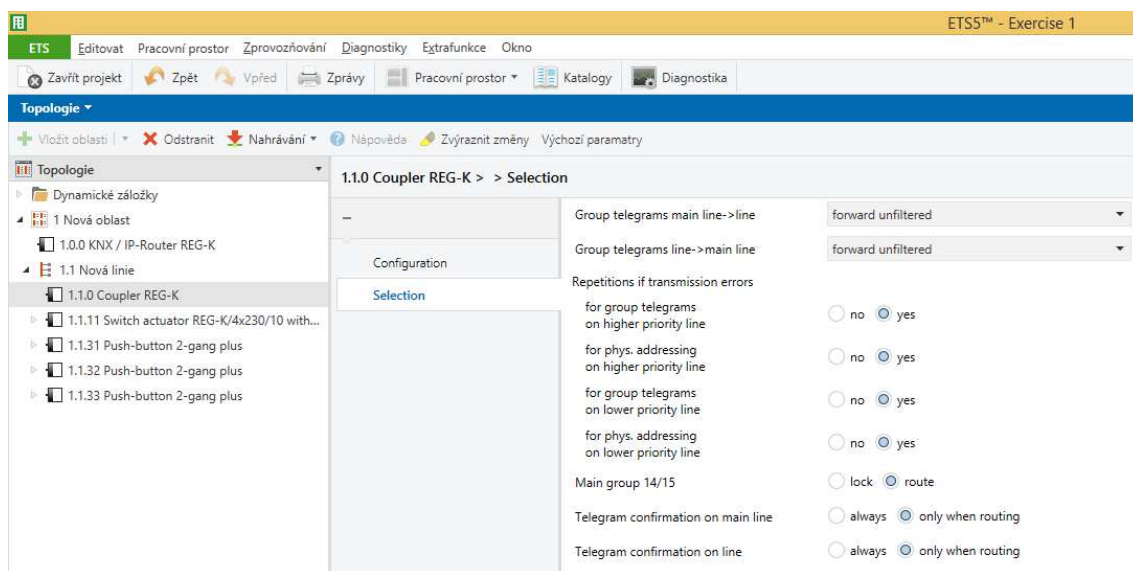
- **Push-button 2-gang plus (MTN617225)**

Spínač so štyrmi tlačidlami, ktoré môžu byť voľne nastaviteľné.

- napájacie napätie 24 V
- inštalácia na DIN lištu

7.1.2 Parametrizácia prístrojov na zbernici KNX

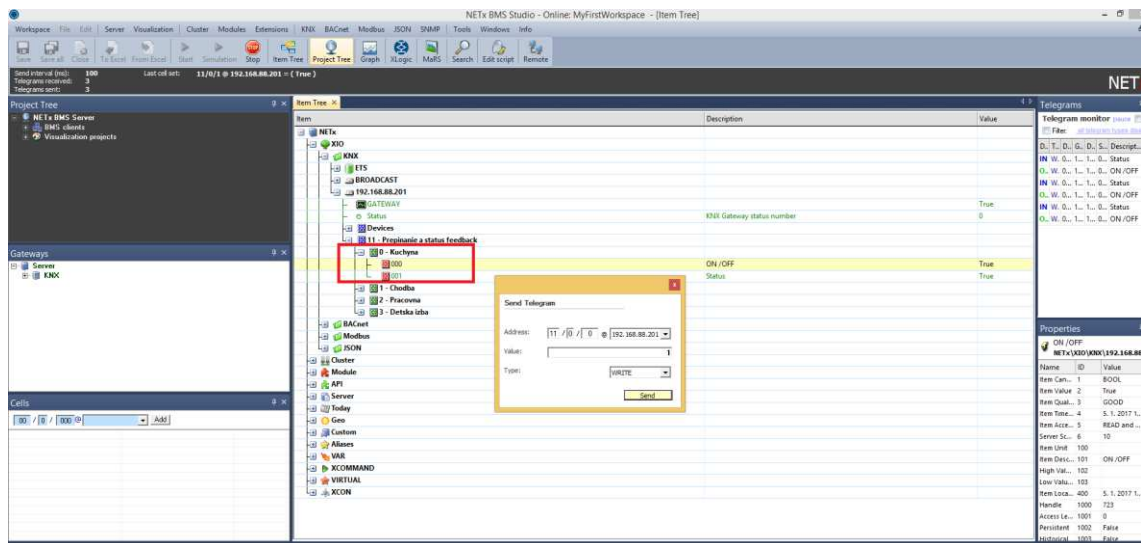
V prvej časti každej úlohy je popísaný postup a nastavenie jednotlivých prístrojov na zbernici KNX v programe ETS 5. Táto časť obsahuje parametrizáciu prístrojov, vytvorenie skupinových adres, topológie a exportovanie vytvorenej úlohy na OPC server.



Obr. 11: Parametrizácia prístrojov - nastavenie líniovej spojky

7.1.3 Importovanie dát do OPC servera

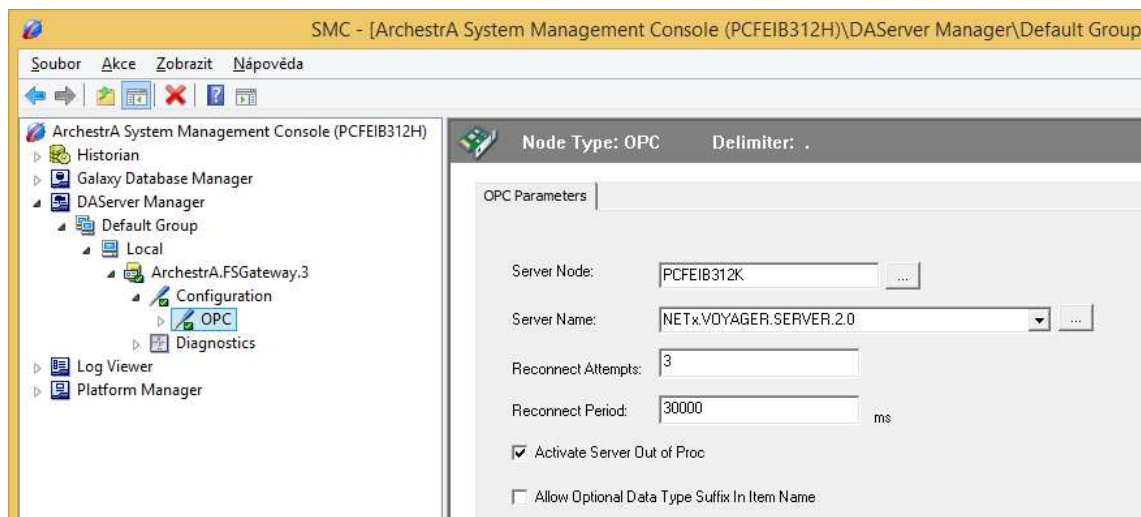
Po vyexportovaní sú dáta prenesené na počítač, kde beží NETx BMS Server 2.0, ktorý bol použitý ako OPC server. Nahrané dáta sú importované zo všetkými nastaveniami, ktoré boli urobené v ETS 5. Výukové paneli je potom možné ovládať priamo z programu NETx BMS Server 2.0, viz. (Obr. 12).



Obr. 12: Zaslanie telegramu na skupinovú adresu v programe NETx BMS Server 2.0

7.1.4 Nastavenie OPC klienta

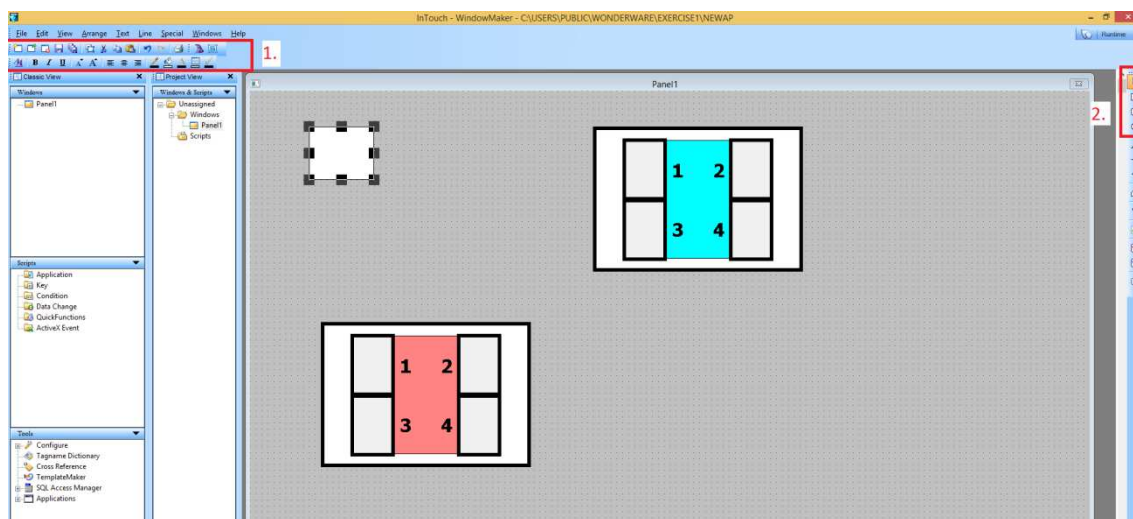
V tejto časti úlohy je popísané nastavenie OPC klienta tak, aby sa mohol spojiť s OPC serverom. Tiež je v tejto časti úlohy popisované ako je možné si zo servera vybrať jednotlivé itemy pre vizualizáciu.



Obr. 13: Nastavenie OPC klienta pre spojenie so serverom

7.1.5 Vytvorenie vizualizácie v programe InTouch

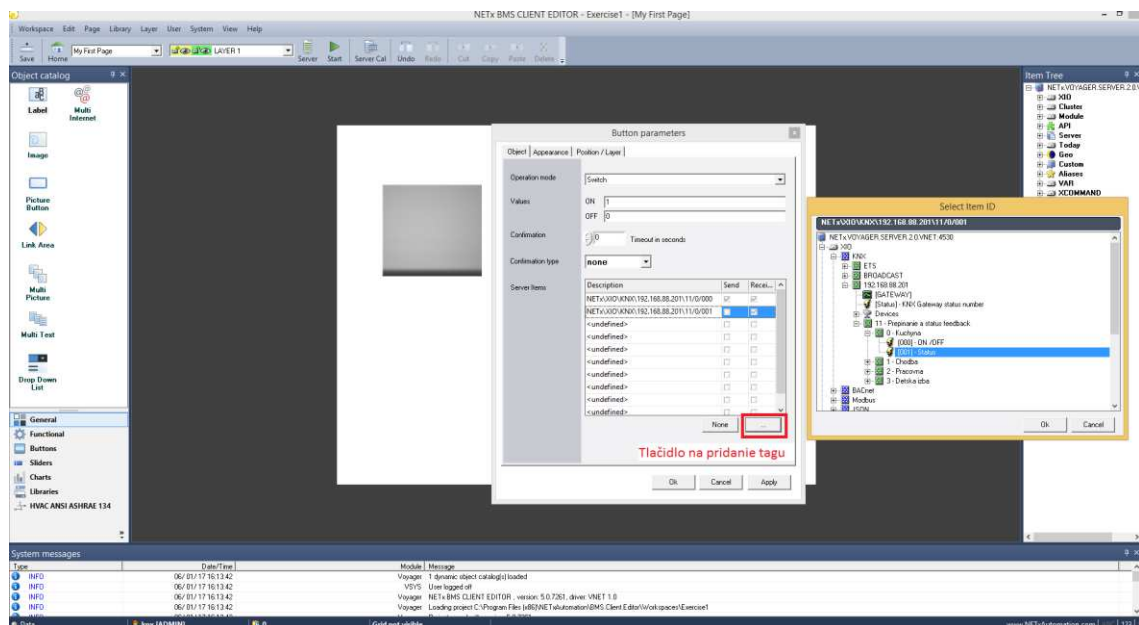
V tejto časti úlohy je popisované vytvorenie samotnej vizualizácie v programe InTouch. V návode je detailne krok po kroku popísaný postup ako je možné si vytvoriť grafické prvky, ako si zdefinovať jednotlivé ovládacie tagy a ako vytvoriť riadiace skripty.



Obr. 14: Vytvorenie vizualizácie v programe InTouch

7.1.6 Vytvorenie vizualizácie v programu NETx BMS Server 2.0

V poslednej časti každej úlohy je popísaný postup ako vytvoriť vizualizáciu v programe NETx BMS Server 2.0. Táto vytvorená vizualizácia potom môže byť zobrazovaná na mobilných zariadeniach či webových prehliadačoch.



Obr. 15: Vytvorenie vizualizácie v programe NETx BMS Server 2.0

Jednotlivé časti laboratórnych úloh boli overené priamo aj študentmi na hodine predmetu Řízení provozu budov, kde boli jednotlivé vizualizácie vytvorené.

Prehľad vytvorených vizualizácií jednotlivých úloh je v Prílohe A. Kompletne laboratórne úlohy aj s vytvorenými vizualizáciami v jednotlivých programoch je uložený v prílohe na CD.

7.2 Vizualizácia Smart Home, Drevo-domek v nástroji PI ProcessBook

Tento Drevo-domek sa nachádza v blízkosti stavebnej fakulty VŠB-TU a vznikol na požiadavku vytvoriť platformu, kde by bolo možné vykonávať výskum a monitorovanie súčasných technológií v oblasti inteligentných budov. Účelom tejto platformy je hlavne v reálnych podmienkach otestovať efektívne hospodárenie s energiou a znižovanie prevádzkových nákladov na budovu. Jedná sa o dvojpodlažnú drevostavbu s pôdorysom 12,1 x 8,2 m, viz. (Obr. 16). V tejto budove sú implementované technológie rozdelené do troch oblastí:

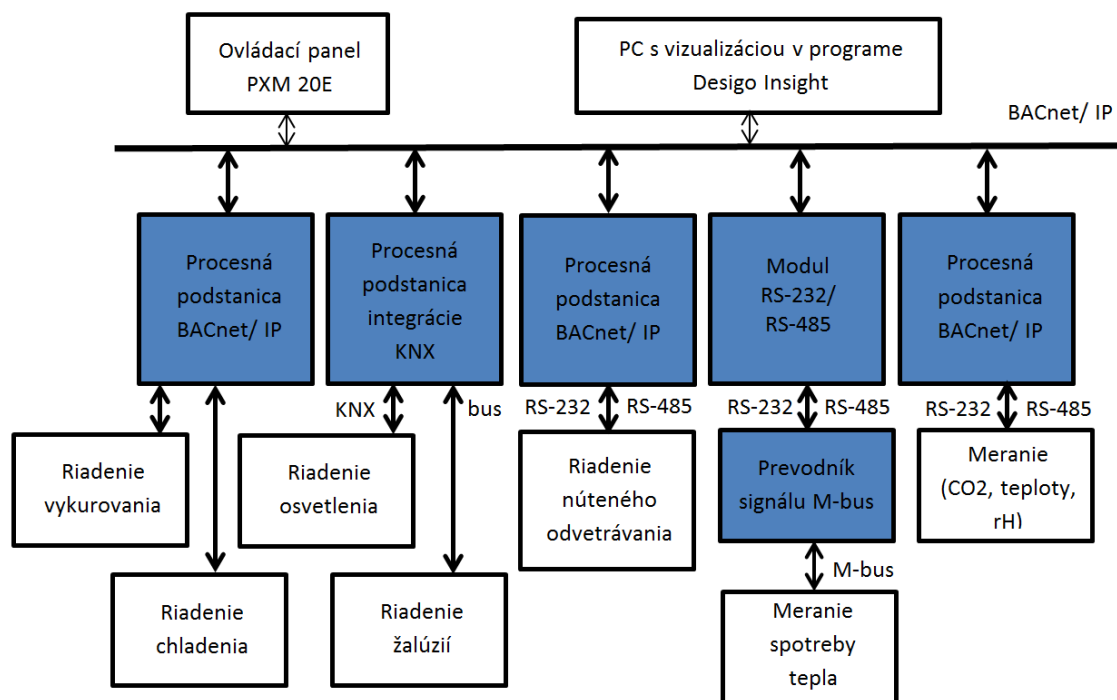
- **Technológia vykurovania**, ktorá zahŕňa prepojenie tepelného čerpadla, solárneho panelu, akumulácie nádrže, podlahového vykurovania, bojleru, ventilácie a klimatizácie,
- **Technológia akumulácie energie**, ktorá využíva možnosť predávania prebytočnej energie pomocou zemného vrtu do hĺbky 140 m,
- **Technológia automatizácie prevádzkových technických funkcií**, ktorá zaisťuje interoperabilitu medzi technológiami BACnet a KNX.

V budove je pre HVAC použitá technológia BACnet, ktorá beží na procesnej stanici BACnet/ I DESIGO PX PXC 100-E.D. Technológia KNX zase v budove obsluhuje riadenie osvetlenia, žalúzie, zapínanie a vypínanie zásuvkových okruhových. Pomocou technológie KNX je v budove zahrnuté aj zabezpečovací elektronický systém (EVS) , viz. (Obr. 17) [44].



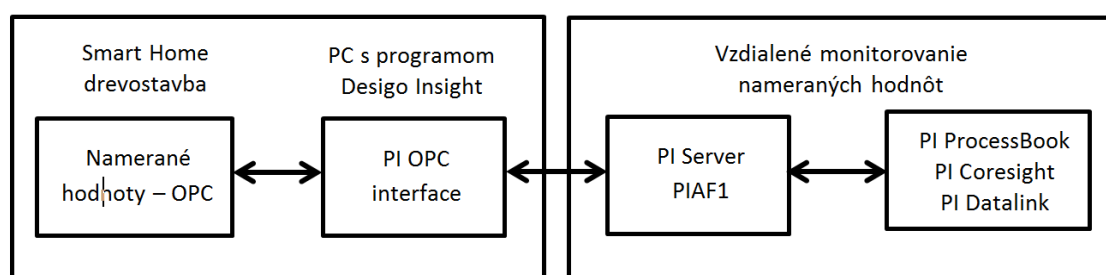
Obr. 16: Smart Home, drevostavba VŠB-TU[45]

V tejto budove je implementovaný softvér Desigo Insight, ktorý obsahuje databázu, kde sa ukladajú namerané hodnoty z jednotlivých technológií. Tento softvér taktiež poskytuje vizualizačnú časť pre zobrazenie riadenia a regulácie jednotlivých funkcií v budove[44].



Obr. 17: Blokové schéma prevádzkových funkcií v drevostavbe pomocou komponent technológií BACnet a KNX[44]

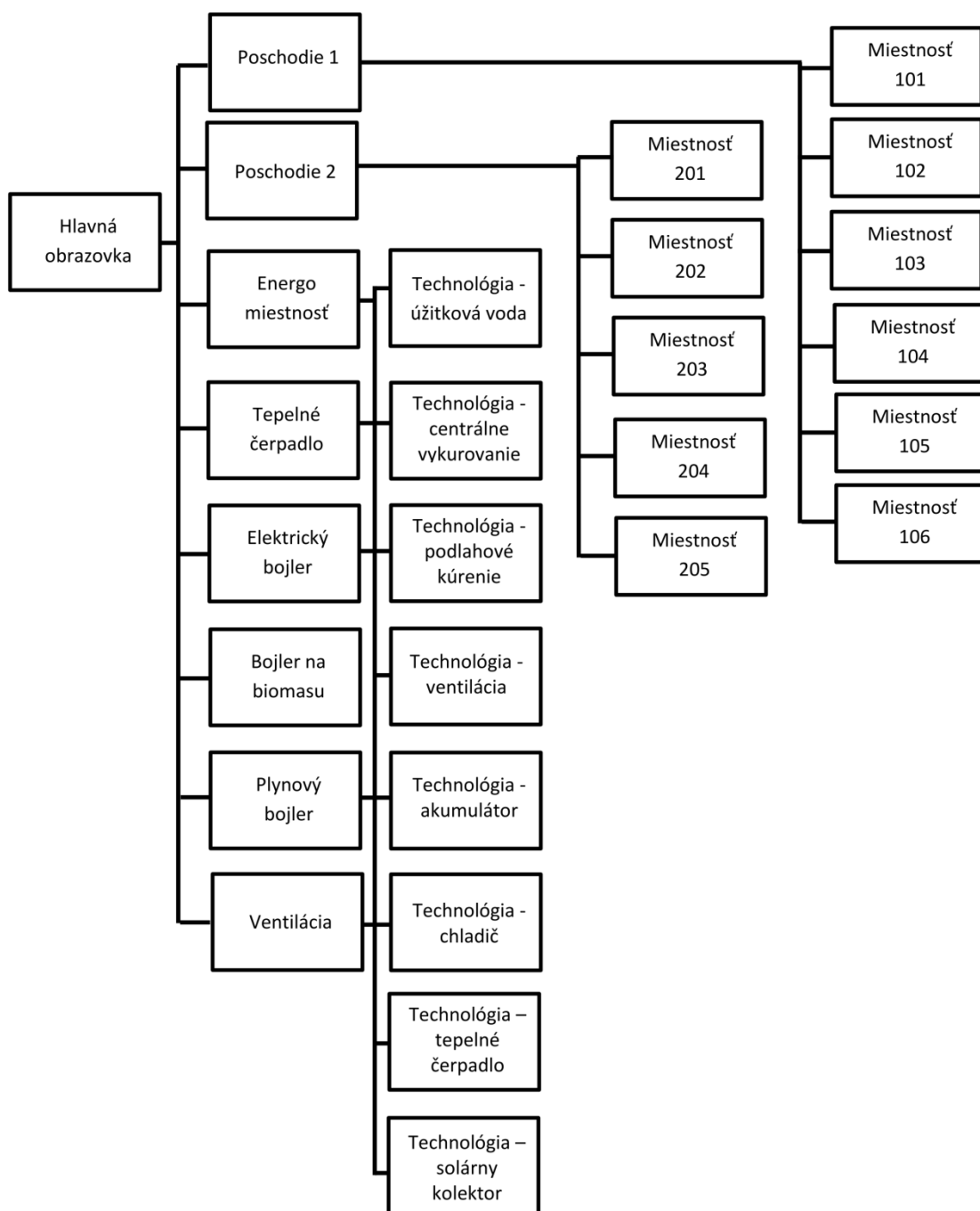
PI systém potom čerpá dáta z OPC servera , ktorý je implementovaný v softvéri Desigo Insight . Tento OPC server potom komunikuje so systémom PI cez rozhrania (Interfaces), ktoré sú nainštalované na rovnakom počítači ako OPC server. Pre PI Server PIAF1 a sadu klientskych nástrojov sú potom dedikované ďalšie počítače, kde celý systém je modulárny, viz. (Obr. 18) [44].



Obr. 18: Blokové schéma prenosu dát z OPC servera na Drevo-domku do PI Serveru PIAF1[44]

7.2.1 Vytvorenie vizualizácie v nástroji PI ProcessBook pre Drevo-domek

Vizualizácia Drevo-domku v nástroji PI ProcessBook je rozdelená do niekoľkých obrazoviek medzi ktorými je možné plynulo prechádzať, viz. (Obr. 19).

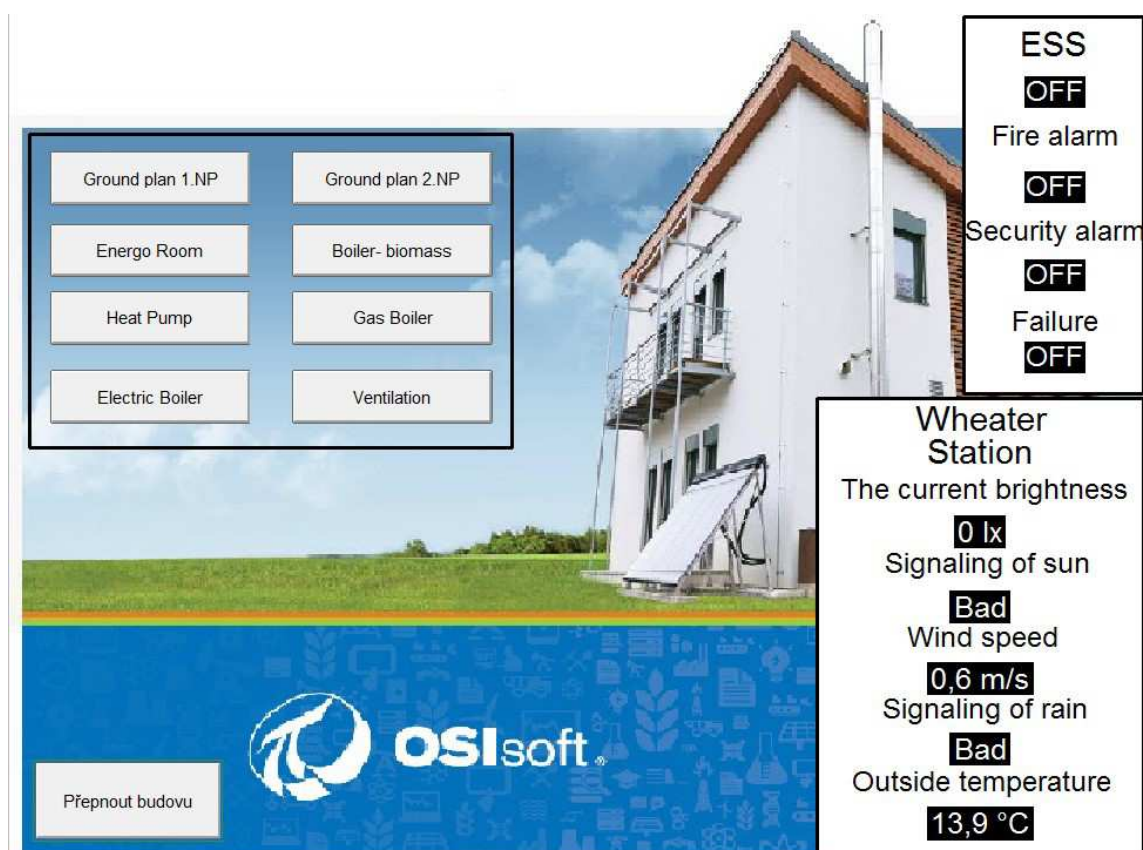


Obr. 19: Blokové schéma rozdelenia obrazoviek vizualizácie Drevo-domku

Na jednotlivých vizualizačných obrazovkách je potom celá použitá technológia v tejto Smart Home drevostavbe vizualizovaná tak, aby spĺňovala monitorovaciu funkciu BMS.

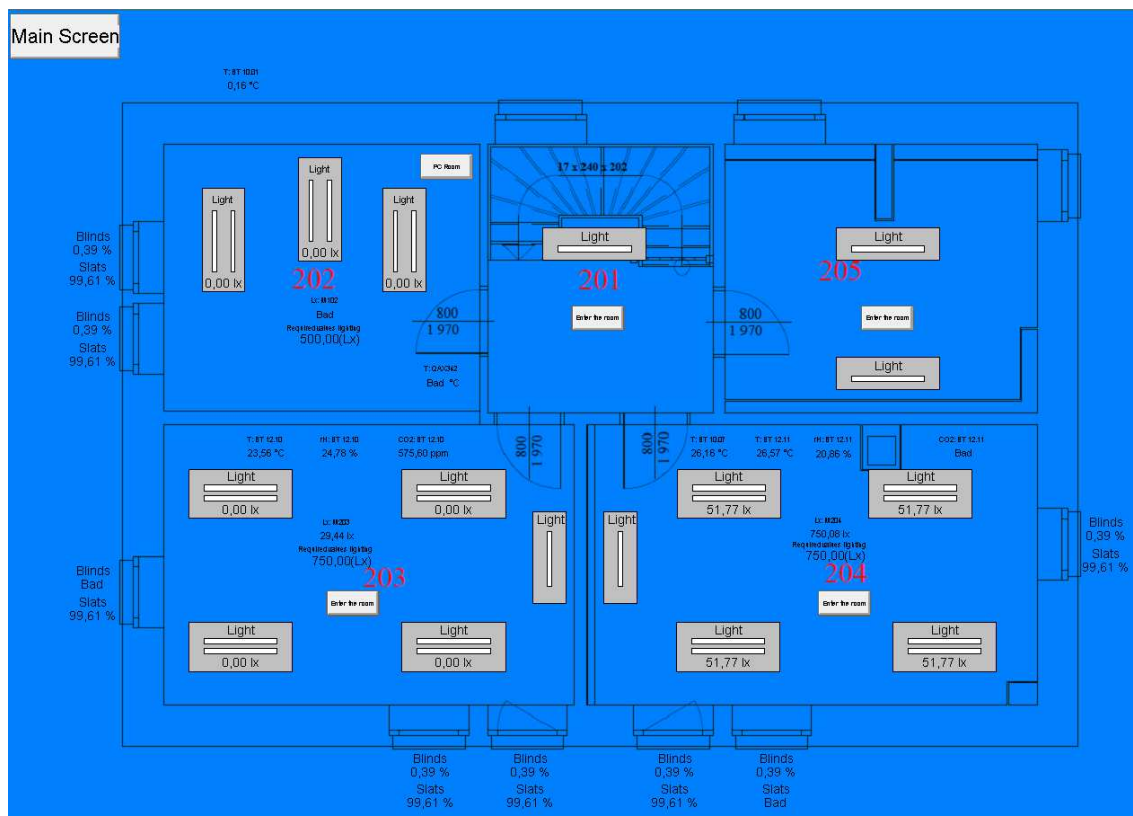
7.2.2 Prehľad vytvorených vizualizačných obrazoviek

Na hlavnej obrazovke sa nachádzajú informácie z meteostanice, EZP a tlačidlá, ktoré umožňujú prechod na obrazovky jednotlivých poschodí a implementovanej technológie, viz. (Obr. 20).



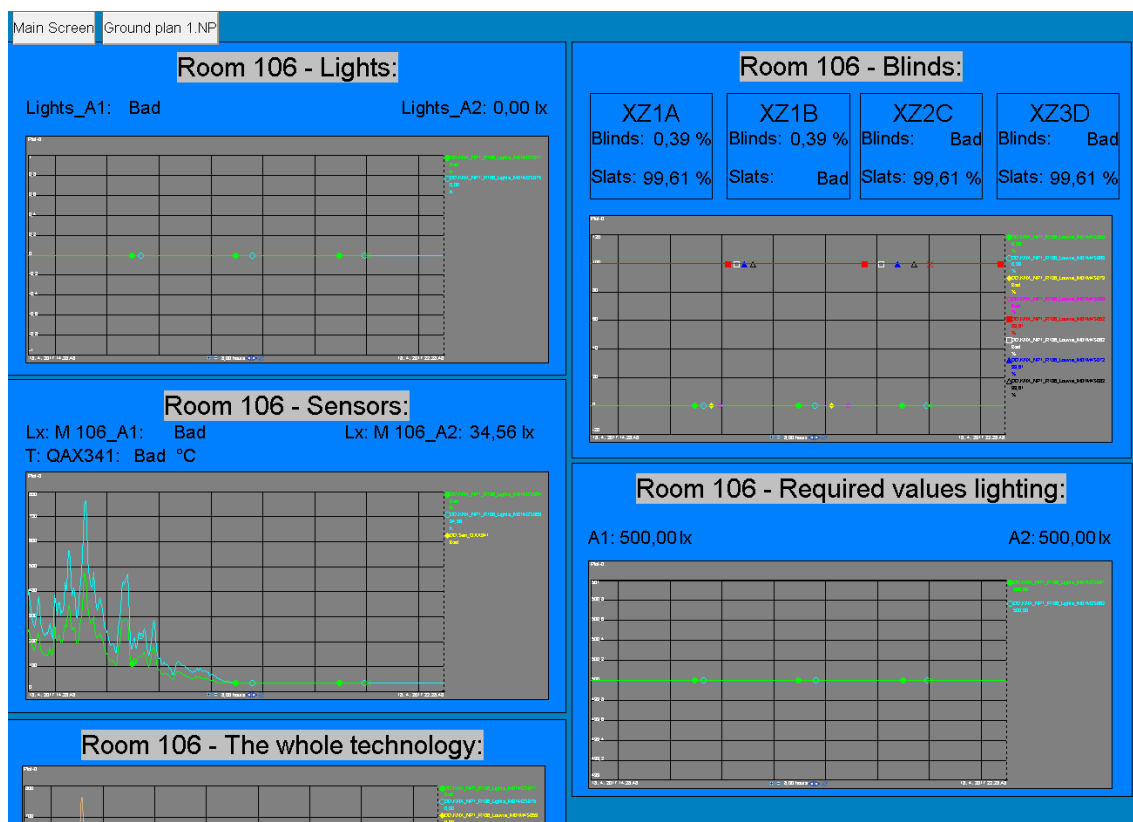
Obr. 20: Hlavná obrazovka vizualizácie

Na obrazovkách pre prvé a druhé poschodie sú zobrazené pôdorysné schémy do ktorých sú vložené jednotlivé prvky technológie. Na každom poschodí sú vložené vizualizačné prvky pre osvetlenie, žalúzie a jednotlivé senzory technických veličín. Pre každý prvok ktorý má aj nejakú číselnú informáciu je vedľa jeho grafického objektu videná aj číselná hodnota danej veličiny alebo stavu. Napríklad pre senzory teploty je to teplota, pre svetlá zase hodnota intenzity v luxoch a pre žalúzie stav výšky a natočenie lamiel v percentách, viz (Obr. 21).



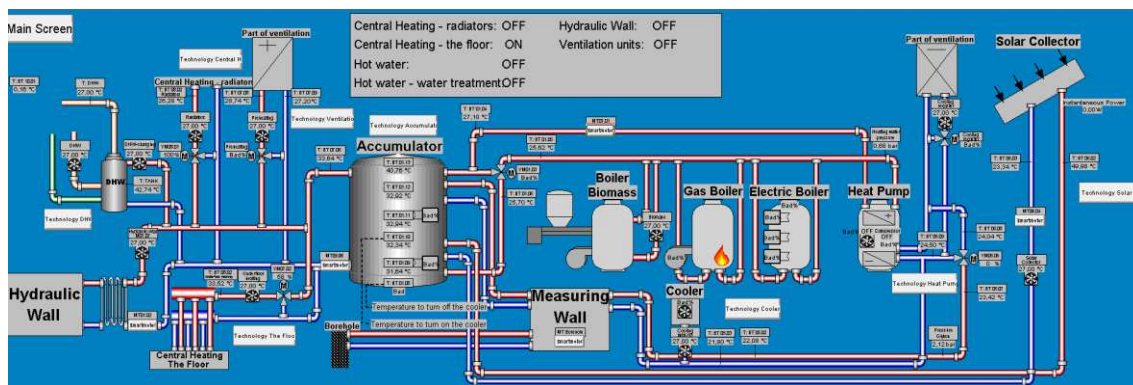
Obr. 21: Obrazovka pre druhé poschodie

Na týchto obrazovkách sa ďalej nachádzajú tlačidlá pre vstup do jednotlivých miestností. Po kliknutí na príslušné tlačidlo miestnosti je zobrazené nové okno s detailným prehľadom použitej technológie v danej miestnosti zobrazenej do jednotlivých grafov. Každý technologický prvok je zobrazený na grafe, pritom jednotlivé grafy sú roztriedené podľa skupín použitých prvkov. Na každej obrazovke, kde sa nachádza prehľad jednotlivých grafov je aj jeden výsledný graf pre celú použitú technológiu v danej miestnosti. Vďaka tomu potom môže používateľ v tomto grafe jednoducho porovnať a vyfiltrovať jednotlivé priebehy veličín tak, aby mohol porovnávať aj kontext medzi jednotlivými prvkami, viz. (Obr. 22).



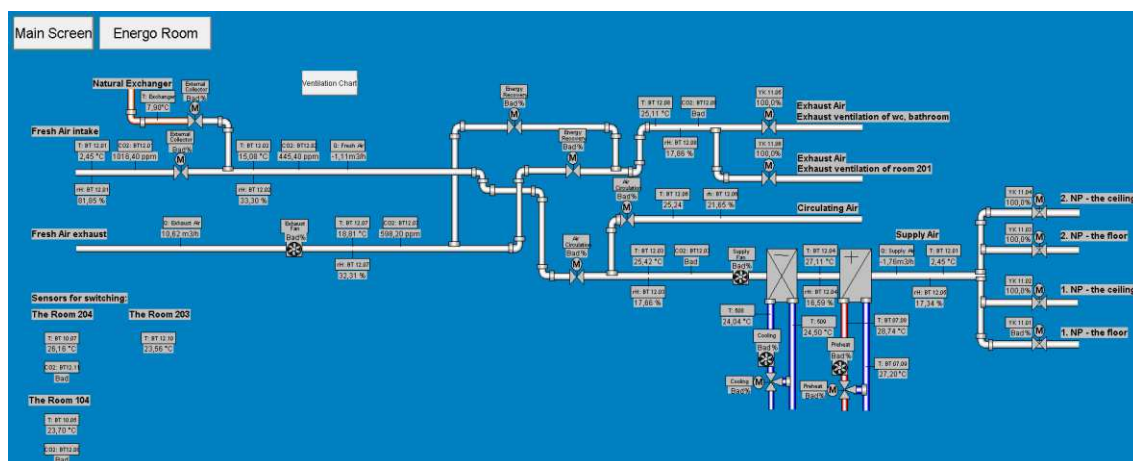
Obr. 22: Obrazovka pre miestnosť 106 s detailným prehľadom jednotlivých technológií a ich priebeh na grafoch

Hlavný prehľad technológie pre vykurovanie a akumuláciu tepla je potom zobrazený na obrazovke Energo miestnosť (Energo room), viz. (Obr. 23). Na tejto obrazovke sa nachádza prehľad takmer celej technológie súvisiacej práve s vykurovaním a akumuláciou tepla. Pre jednoduchšie sledovanie je potom celá technológia rozdelená do jednotlivých technologických celkov tak, aby jednotlivé bloky spolu súviseli. Ďalej je možné na obrazovke Energo miestnosť si nechať zobrazit' hodnoty z jednotlivých smart metrov, ktoré sú implementované v Smart Home. Po kliknutí na tlačidlo daného smart metra sa zobrazí okno s prehľadom spotrebovanej energie pre daný technologický úsek.



Obr. 23: Obrazovka Energo miestnosti s prehľadom technológie pre vykurovanie a akumuláciu tepla

Jednotlivé technologické celky sú potom zobrazené na samostatných obrazovkách a dá sa k nim dostať z hlavnej obrazovky. Toto riešenie bolo zvolené z toho dôvodu, že na jednu obrazovku nie je možné vložiť všetky informácie o implementovanej technológii tak, aby táto obrazovka zostala naďalej prehľadná. Ďalej rozloženie technológie do jednotlivých obrazoviek používateľovi dokáže priniesť lepší prehľad o tom aké prvky do jednotlivých technológií patria a ktoré už nie. Vďaka tomu sa potom môže jednoduchšie orientovať v priložených grafoch a analyzovať jednotlivé veličiny a deje v objekte. Príkladom takejto obrazovky je obrazovka Ventilácia, kde je prehľad všetkých prvkov, ktoré sú zodpovedné za chod ventilácie v Drevo-domku, viz. (Obr. 24). Používateľ si potom príslušným tlačidlom môže zobrazit' obrazovku s grafmi pre jednotlivé prvky ventilácie.



Obr. 24: Obrazovka Ventilácia

Pre prepínanie a ovládanie medzi jednotlivými prvkami a obrazovkami ponúka nástroj PI ProcessBook možnosť využitia Visual Basic editora a makier, kde si používateľ môže naprogramovať rozširujúce funkcie. V tejto vizualizácii to boli hlavne rôzne prepínacie funkcie a rýchle odkazy medzi prvkami a obrazovkami, viz. (Obr. 25).

```
Sub open_Smartmeter_MT0102()  
ThisDisplay.Layers(1).Visible = Not (ThisDisplay.Layers(1).Visible)  
ThisDisplay.Layers(1).Active = Not (ThisDisplay.Layers(1).Active)  
End Sub  
  
Sub close_Smartmeter_MT0102()  
ThisDisplay.Layers(1).Active = False  
ThisDisplay.Layers(1).Visible = False  
SendKeys "(TAB)"  
End Sub  
  
Sub close_Smartmeter_MT0906()  
ThisDisplay.Layers(2).Active = False  
ThisDisplay.Layers(2).Visible = False  
SendKeys "(TAB)"  
End Sub  
  
Sub open_Smartmeter_MT0906()  
ThisDisplay.Layers(2).Visible = Not (ThisDisplay.Layers(2).Visible)  
ThisDisplay.Layers(2).Active = Not (ThisDisplay.Layers(2).Active)  
End Sub  
  
Sub open_Smartmeter_MT_Borehole()  
ThisDisplay.Layers(3).Visible = Not (ThisDisplay.Layers(3).Visible)  
ThisDisplay.Layers(3).Active = Not (ThisDisplay.Layers(3).Active)  
End Sub  
  
Sub close_Smartmeter_MT_Borehole()  
ThisDisplay.Layers(3).Active = False  
ThisDisplay.Layers(3).Visible = False  
SendKeys "(TAB)"  
End Sub  
  
Sub open_Smartmeter_MT0701()  
ThisDisplay.Layers(4).Visible = Not (ThisDisplay.Layers(4).Visible)  
ThisDisplay.Layers(4).Active = Not (ThisDisplay.Layers(4).Active)  
End Sub  
  
Sub close_Smartmeter_MT0701()  
ThisDisplay.Layers(4).Active = False  
ThisDisplay.Layers(4).Visible = False  
SendKeys "(TAB)"  
End Sub
```

Obr. 25: Makro na ovládanie okna smart metra

Kompletné obrazovky vizualizácie Drevo-domku sú uložené v Prílohe B.

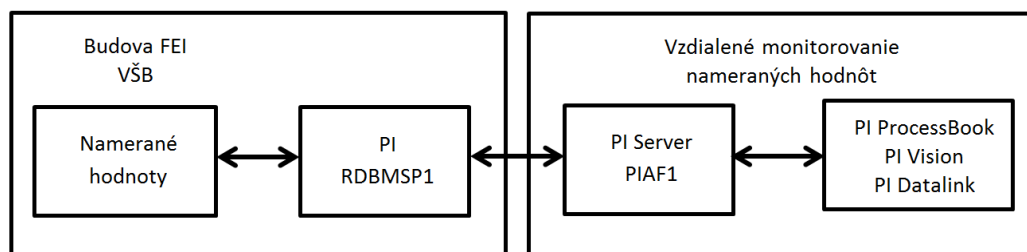
7.3 Vizualizácia osvetlenia budovy FEI VŠB v nástroji PI ProcessBook

Na budove FEI VŠB, viz. (Obr. 26) bola vytvorená vizualizácia osvetlenia a jej spotreby elektrickej energie. Táto vizualizácia slúži ako rozšírenie pre vizualizáciu HVAC na budove FEI VŠB.



Obr. 26: Budova FEI VŠB

Jednotlivé dáta zo senzorov budovy FEI VŠB sú ukladané do databázy ku ktorej pristupuje rozhranie PI RDBMSPI. Relational DataBase Management System (RDBMS) je využívaný ako databázový server, ktorým sú spravované databázy, komunikácia s klientmi (lokálnymi alebo vzdialenými), vstupmi a výstupmi dát a ich integrita[47]. PI RDBMSPI potom ďalej tieto dáta distribuuje na PI server PIAF1. Klientske nástroje potom pristupujú na server PIAF1 a tvoria tak modulárny systém, viz. (Obr. 27).

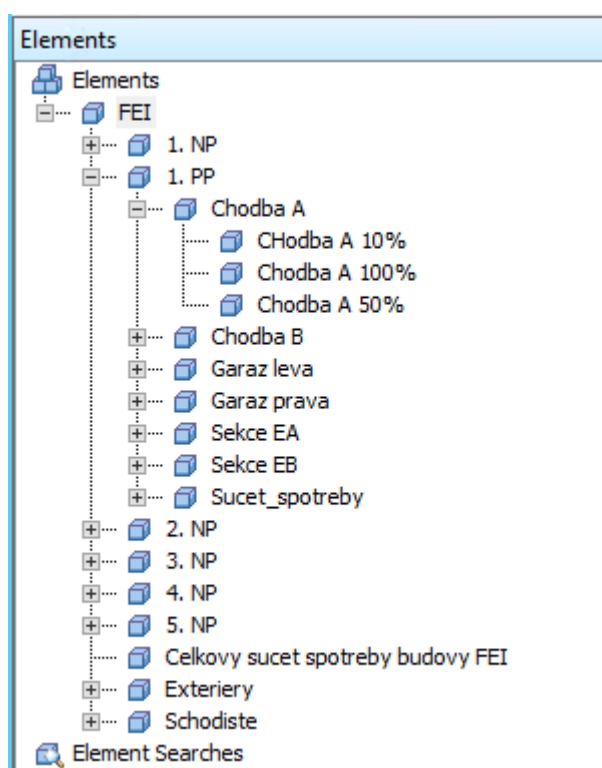


Obr. 27: Blokové schéma prenosu dát z budovy FEI VŠB do PI Serveru PIAF1

7.3.1 Vytvorenie štruktúry v PI Asset Frameworks

V programe PI System Explorer bolo nutné vytvoriť štruktúru dátových elementov pre budovu FEI VŠB. Táto štruktúra pozostáva z jednotlivých assets tiež nazývaných elementy. Každý element obsahuje svoje atributy a taktiež ku každému elementu je možné priradiť výpočtovú analýzu.

Budova bola rozdelená na elementy pre jednotlivé poschodia a tieto elementy boli znova rozdelené na tzv. child elementy. Child elementy predstavujú segmenty pre dané poschodie ako sú chodby a ich úseky a jednotlivé miestnosti, viz. (Obr. 28).



Obr. 28: Elementy a child elementy pre 1. prízemné podlažie

Kompletná štruktúra elementov a child elementov pre 1. prízemné podlažie je potom nasledovná:

-1.PP

-Chodba A

-Chodba A 10%

-Chodba A 50%

-Chodba A 100%

-Chodba B

-Chodba B 10%

-Chodba B 50%

-Chodba B 100%

-Garáž levá

-1. řada

-2. řada

-3. řada

-Garáž pravá

-1. řada

-2. řada

-3. řada

-Sekce EA

-EA017

-Sekce EB

-EB015

-EB016

-EB017

-EB018

-Súčet spotreby

-Chodba A

-Chodba B

-Garáž levá

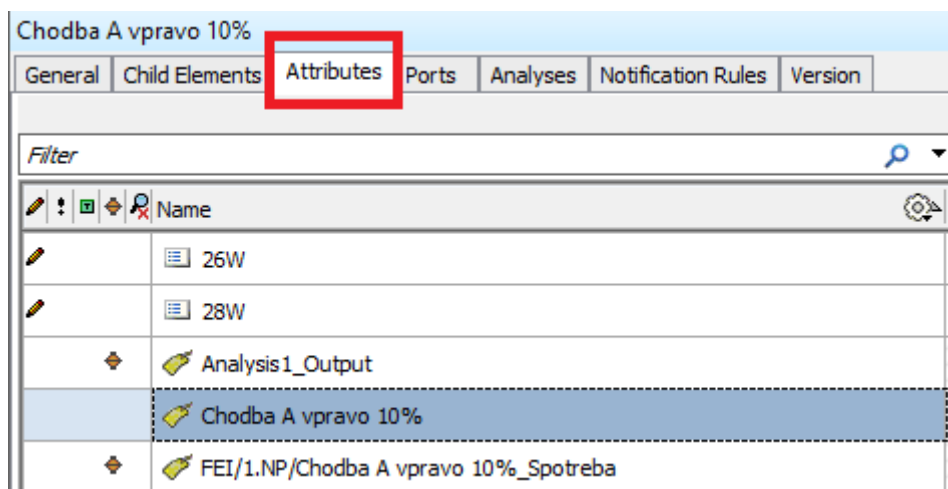
-Garáž pravá

-Sekce EA

-Sekce EB

-Celkový súčet 1.PP

Do jednotlivých child elementov boli vložené atributy, ktoré reprezentujú vlastnosti daného elementu, viz. (Obr. 29).



Obr. 29: Atributy pre child element

Pre jednotlivé child elementy to boli definované atributy ako:

- príkon svetidla,
- prevádzkový tag s informáciou či je dané svetlo zapnuté,
- pomocné tagy uchovávajúce si medzi výpočet z analýzy 1,
- výsledný tag s informáciou o spotrebe elektrickej energie.

V každom child elemente boli potom zadefinované výpočtové analýzy, ktoré prostredníctvom atributov prepočítavajú čas zopnutého svetidla a príkon. Analýza 1 zisťuje koľko sekúnd v hodine sa daný tag nachádza v stave „ON“, zapnutí, a tento čas potom prenasobuje celkovým príkonom všetkých svetidiel v miestnosti, viz. (Obr. 30). Výsledky z tejto analýzy sa potom každú hodinu uložia do výstupného atributu Analysis1_Output vo Wh.

Name	Expression	Value at Evaluatio	Value at Last Trigg	Output Attribute
Variable1	(TimeEq('Chodba			Analysis1 Output
	$\left(\frac{\text{TimeEq}('Chodba A vpravo 10\%', '*-1h', '*', 'On')}{3600} * ((28W * 2) + (26W * 5)) \right)$			

Obr. 30: Analýza 1

Druhá analýza potom výsledok s analýzy 1 (Analysis1_Output) vo Wh ďalej spracúva a zisťuje hodnoty v ňom uložené a koľko krát bola daná analýza 1 vykonaná od 1.1.2018 (dátum vytvorenia databáze) až do súčasnosti. Tieto hodnoty sčíta a následne podelí tak, aby

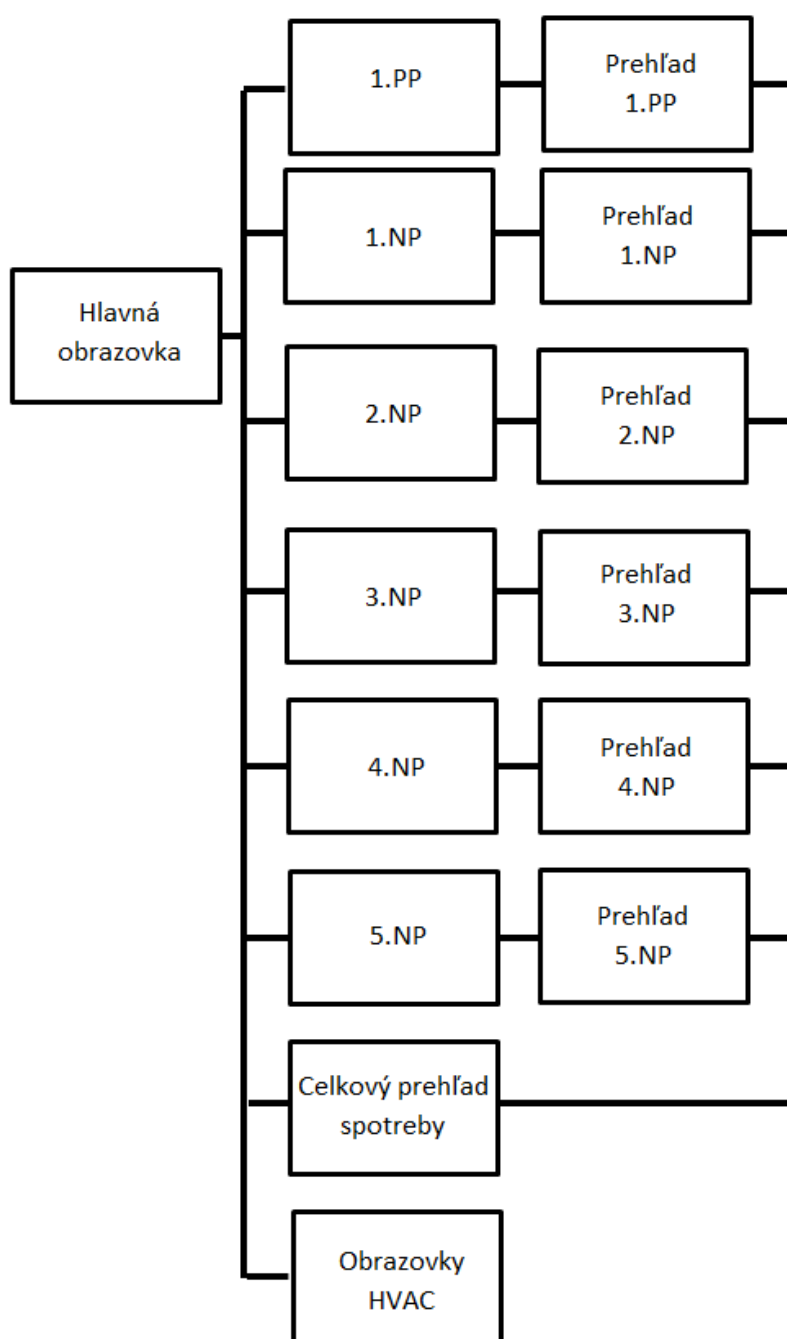
výsledná hodnota bola udávaná v kWh, viz. (Obr. 31). Výsledok z tejto analýzy je uložený do atributu (FEI/1.NP/Chodba A vpravo 10%_Spotreba) ktorý je potom ďalej distribuovaný serverom na vizualizačných klientov.

Name	Expression	Value at Evaluation	Value at Last Trigger	Output Attribute
Variable1	(TagMean('Analy: (TagMean('Analysis1_Output','1/1/2018','*')*EventCount ('Analysis1_Output','1/1/2018','*'))/1000			FEI/1.NP/Chodba A vpravo 10% Spotreba

Obr. 31: Analýza 2

7.3.2 Vytvorenie vizualizácie v nástroji PI ProcessBook pre budovu FEI VŠB

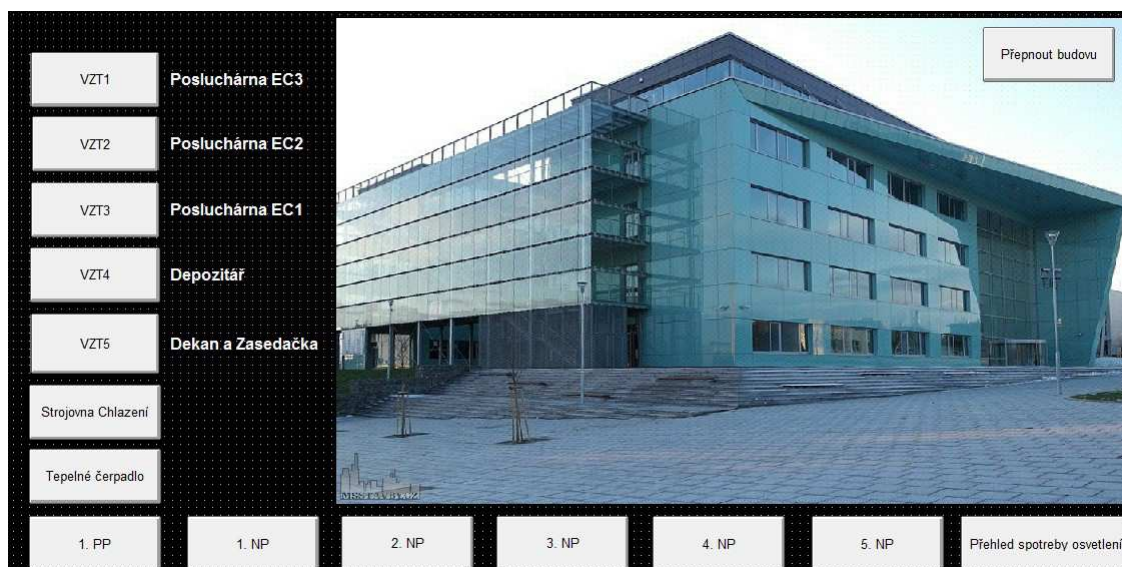
Vizualizácia budovy FEI VŠB v nástroji PI ProcessBook je rozdelená do obrazoviek reprezentujúcich jednotlivé podlažia medzi ktorými je možné plynulo prechádzať, viz. (Obr. 32).



Obr. 32: Blokové schéma rozdelenia obrazoviek vizualizácie budovy FEI VŠB

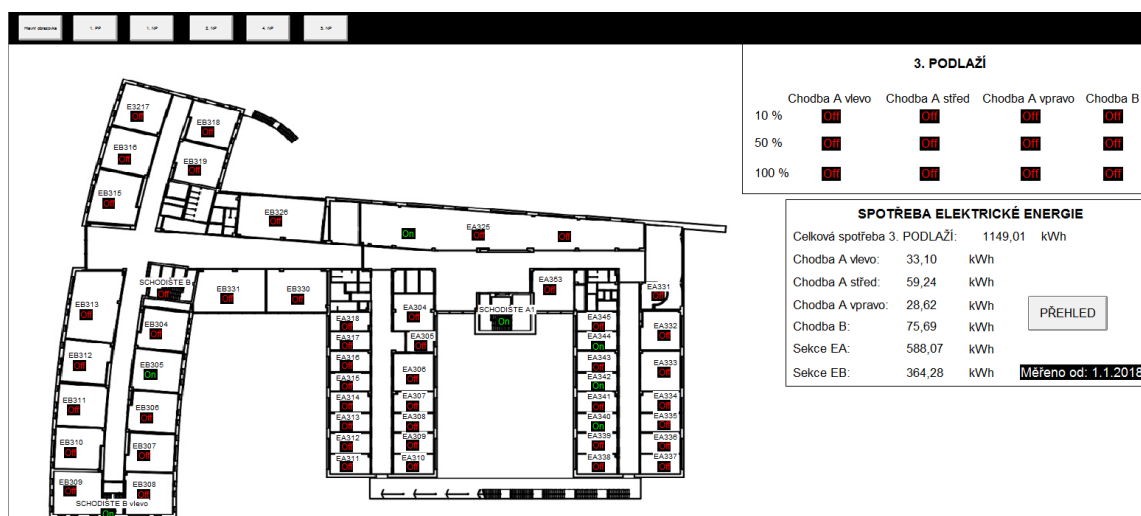
7.3.3 Prehľad vytvorených vizualizačných obrazoviek

Na hlavnej obrazovke sa nachádzajú tlačidlá, ktoré umožňujú prechod na obrazovky jednotlivých podlaží, prehľadu spotreby budovy a technológie pre HVAC, viz. (Obr. 33).



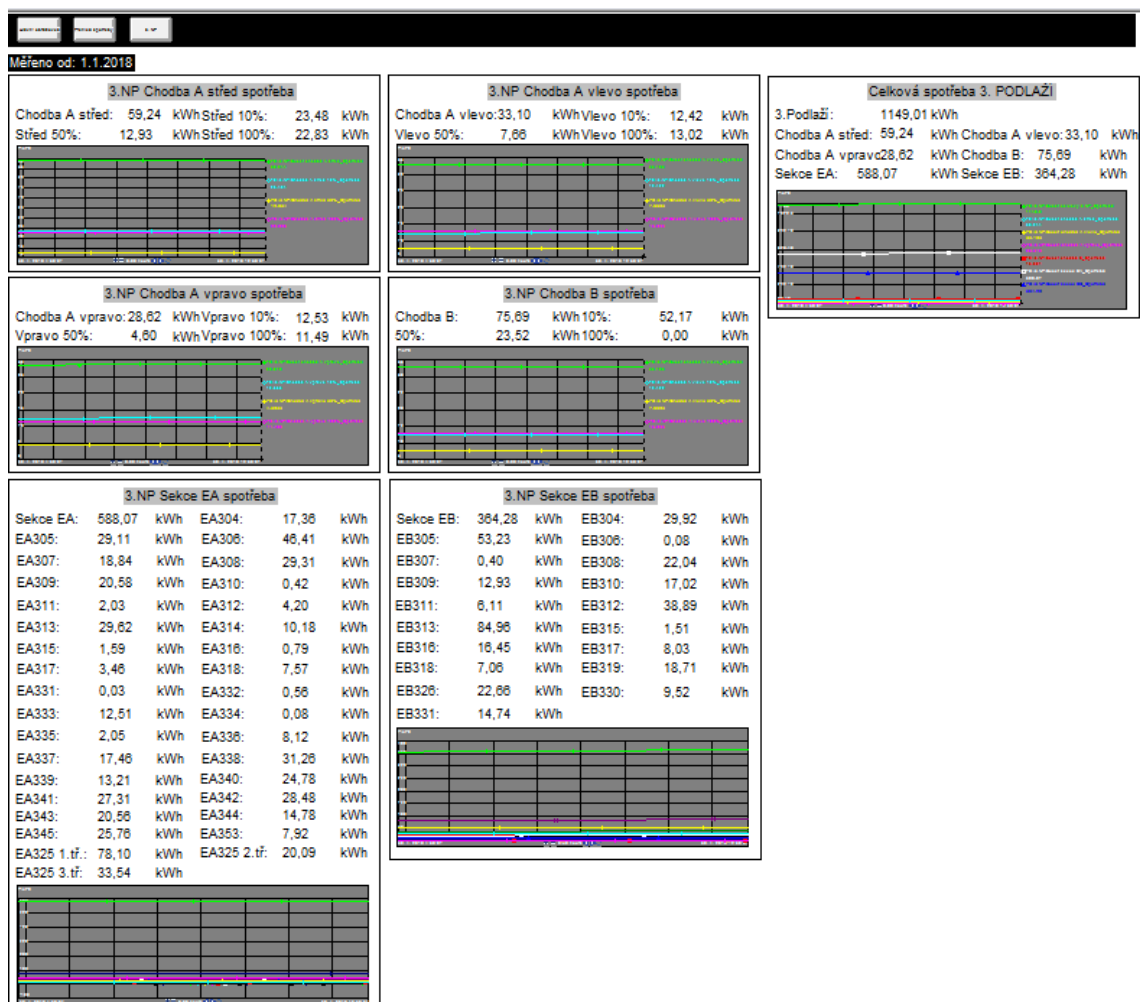
Obr. 33: Hlavná obrazovka vizualizácie budovy FEI VŠB

Na obrazovkách pre jednotlivé podlažia sa nachádzajú rozmiestnené vizualizačné prvky znázorňujúce jednotlivé svietidlá a ich aktuálne stavy. Taktiež na každom podlaží je stručná informácia o spotrebe elektrickej energie daných segmentov podlažia, viz. (Obr 34). Z každého podlažia je možnosť si nechať zobrazit' detailnejšiu obrazovku pre dané podlažie.



Obr. 34: Obrazovka 3.NP vizualizácie budovy FEI VŠB

Na obrazovkách s detailným prehľadom daného poschodia sa nachádzajú grafy a prehľad spotreby elektrickej energie svietidla každého child elementu použitého na danom podlaží, viz. (Obr. 35).

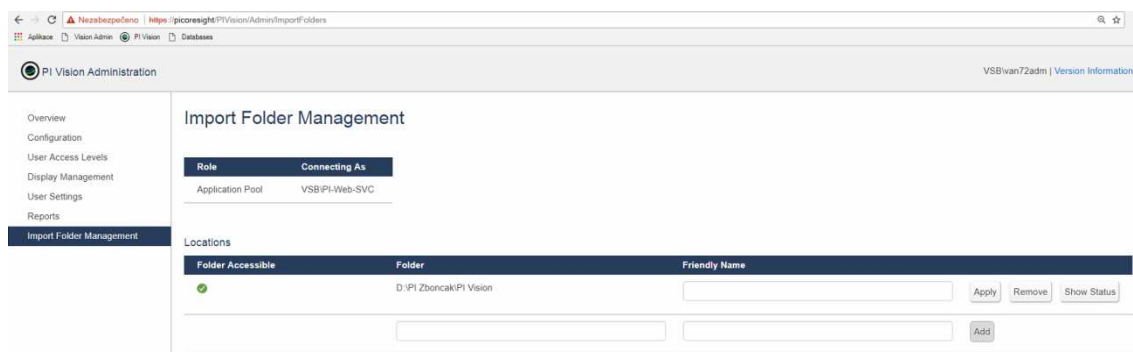


Obr. 35: Obrazovka prehľadu 3.NP vizualizácie budovy FEI VŠB

Jednotlivé obrazovky ostatných podlaží a ich prehľad je uložený v prílohe na CD.

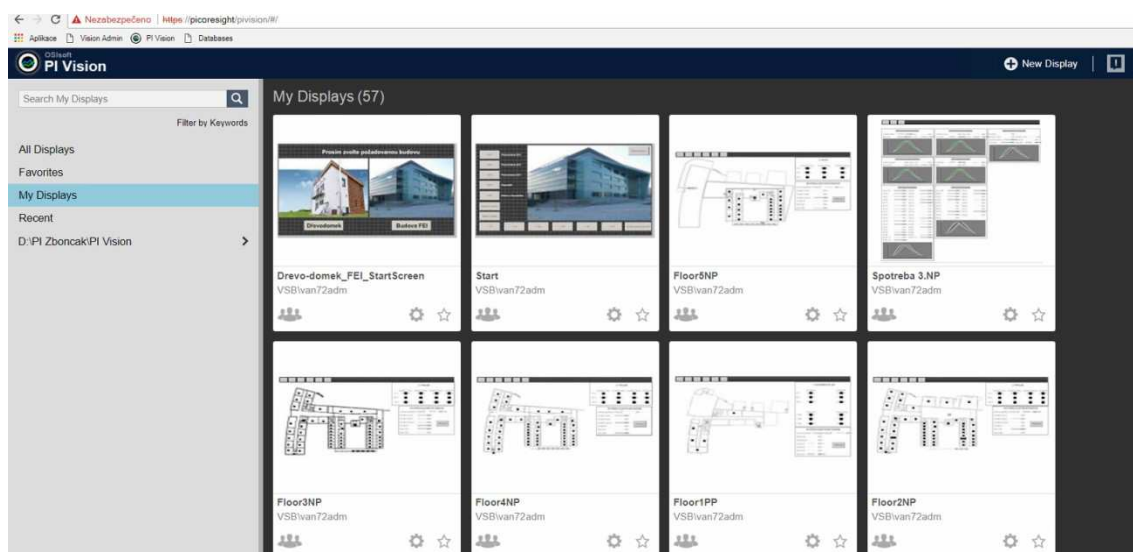
7.4 Vytvorenie vizualizácie v nástroji PI Vision

Vizualizácie v nástroji PI ProcessBook po jej dokončení boli importované do PI Vision. Tento nástroj je vedený ako tenký klient a teda je možné sa naň pripojiť akýmkoľvek zariadením, ktoré podporuje HTML5. Importovanie jednotlivých obrazoviek z PI ProcessBook je možné, keďže nástroj PI Vision je novší nástroj z rodiny PI System a je považovaný za nástupcu PI ProcessBook. Dané vizualizácie museli byť pred importovaním mierne upravené tak, aby bolo možné správne zobrazenie všetkých grafických prvkov na displejoch. Nástroj PI Vision oproti PI ProcessBook ponúka pre túto danú vizualizáciu i jedno veľmi výhodné vylepšenie a to možnosť si zobrazit' priebeh veličiny daného technologického prvku jednoduchým kliknutím na daný prvok. Importovanie obrazoviek do PI Vision je realizované priamo s webového prehliadača výberom zložky s vytvorenými displejmi, viz. (Obr. 36).



Obr. 36: Importovanie obrazoviek PI ProcessBook do webového klienta PI Vision

K importovaným zložkám je potom možné pristupovať takmer okamžite z webového klienta. Importované obrazovky je možné prehliadať a dané údaje a veličiny ukladať ale už nie je možné danú obrazovku meniť.



Obr. 37: Prehľad importovaných obrazoviek do webového klienta PI Vision

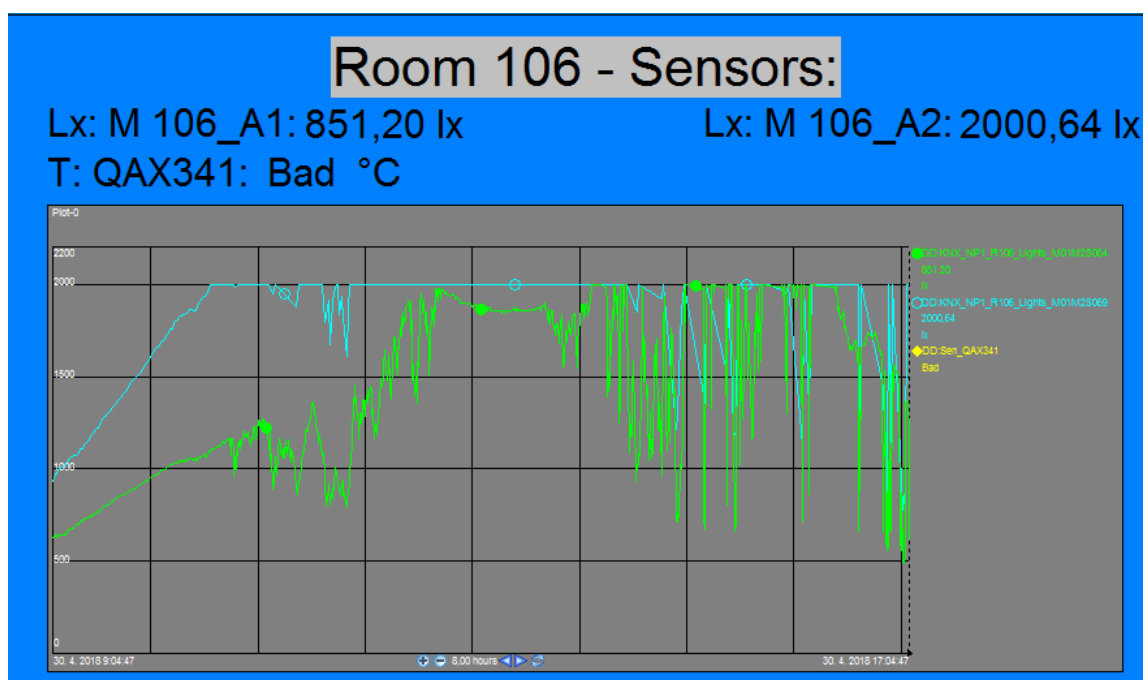
Vizualizácia v nástroji PI Vision poskytuje rovnaké možnosti ako PI ProcessBook. Jednotlivé obrazovky sa bezproblémovo zobrazujú v takmer všetkých webových prehliadačoch okrem Internet Explorer. Zobrazovanie obrazoviek na mobilných zariadeniach ale môže byť obmedzujúce, pretože pri zmene otočenia displeja sa obrazovky síce otočia ale automaticky sa neroztiahnu na veľkosť displeja.



Obr. 38: Úvodná obrazovka pre vizualizáciu v nástroji PI Vision

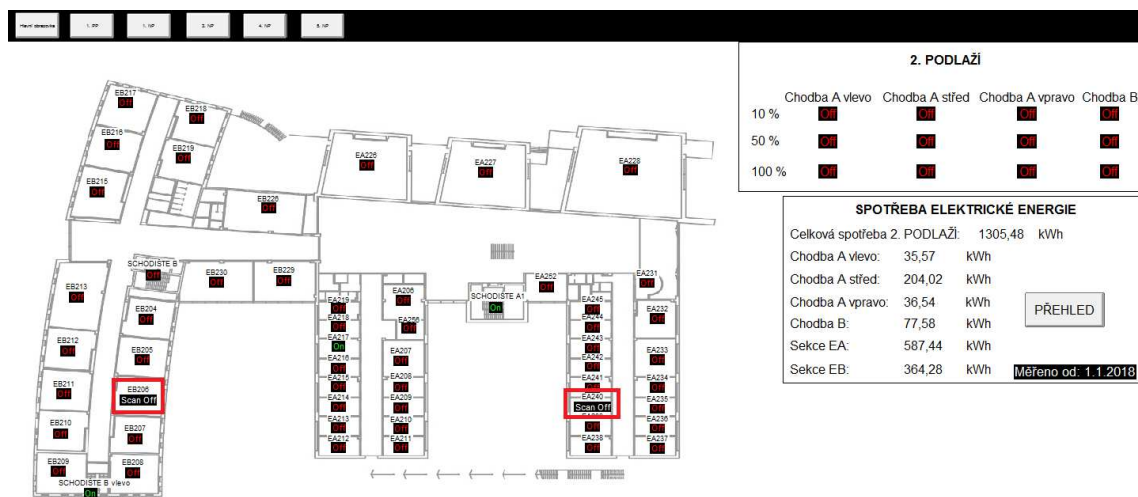
8 Zhodnotenie výsledkov

Jednotlivé vizualizácie boli realizované podľa pravidiel BMS popísaných v kapitole 4. Vo všetkých vizualizáciách je využívaná hlavne funkcia BMS monitoring. Užívatelia majú prehľad o dátach a vo vizualizáciách v PI ProcessBook a PI Vision si užívatelia môžu dáta prezerat' aj spätne, viz. (Obr. 39).



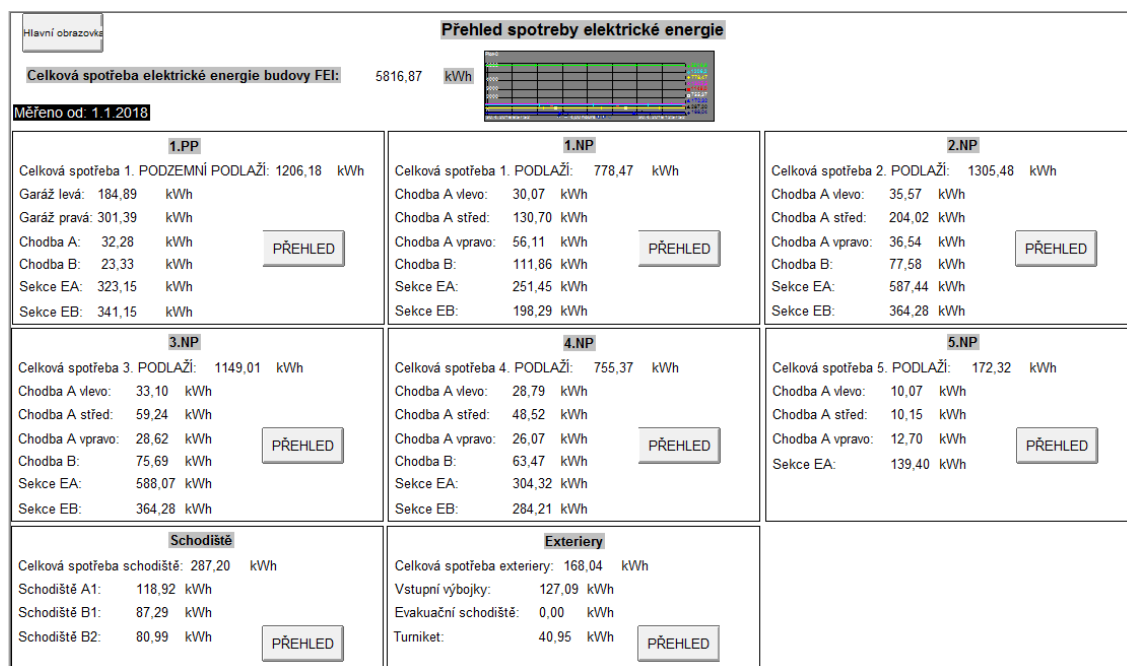
Obr. 39: Detail priebehov dát na senzoroach v učebni 106 na Drevo-domku

Vo vizualizáciách je tiež dominantná funkcia komunikácie zo zariadeniami a senzormi ako aj možnosť úspor na údržbe a zamestnancoch. Vďaka týmto funkciám spolu so spojením vizualizácie majú užívatelia prehľad o stave zariadení a tým môžu reagovať na ich poruchy. Táto funkcia je dobre viditeľná na obrazovke druhého podlažia budovy FEI VŠB, kde je vidno, že v učebniach EB206 a EA240 je porucha na svetle, viz. (Obr. 40).



Obr. 40: Obrazovka 2.NP s poruchou na svetlách

Vo vizualizáciách pre budovu FEI VŠB je vyobrazovaná spotreba elektrickej energie pre jednotlivé svietidlá ako aj celé celky budovy. Zobrazovanie spotreby elektrickej energie môže viesť k jej znižovaniu, viz. (Obr. 41).



Obr. 41: Přehľad spotřeby elektrickej energie svietidiel na budove FEI VŠB

Vo vizualizáciách laboratórnych úloh sú tiež okrem iného implementované funkcie BMS pre znižovanie energie prostredníctvom stmievania. V úlohe pre riadenie spínania osvetlenia je implementovaná aj funkcia časového spínania.

Vo vizualizácii Drevo-domku, je zase zobrazovaná zabezpečovacia funkcia BMS pomocou EZS a alarmov.

Záver

V teoretickej časti práce som sa pomocou rešerší zoznámil so súčasnými trendmi vo vizualizácií inteligentných budov. Popísal som problematiku vizualizácie a problematiku BMS pri ich nasadzovaní. Pri práci som sa taktiež zoznámil s teóriou OPC serverov a klientov. Tieto teoretické znalosti som sa potom pokúsil preniesť do praktickej časti.

V praktickej časti práce mi bol na začiatku vybraný pre vizualizáciu prevádzkových technických funkcií v inteligentných budovách program Wonderware InTouch. Jednotlivé vizualizácie laboratórnych úloh som vytvoril podľa pravidiel BMS. Pre prepojenie InTouch so zbernicou KNX som navrhol koncept, ktorý počítal s nasadením vhodného OPC servera. Pre tento účel som vybral program NETx BMS Studio 2.0, ktorý v sebe zahŕňa okrem OPC servera aj komplexne riešenú otázku BMS. Toto prepojenie týchto dvoch softvérov som pretavil do troch laboratórnych úloh, ktoré môžu byť využité študentmi v ich vyučujúcom procese v predmete Řízení provozu budov. Úlohy sú koncipované na výukové paneli KNX na učebni EB 312 a detailne som v nich popísal krok za krokom postup pre: parametrizáciu prístrojov na zbernici KNX, vytvorenie a nastavenie topológie v programe ETS5, nastavenie OPC servera a klienta, popísal ako si vytvoriť funkčnú vizualizáciu v programe Wonderware InTouch a taktiež ako vytvoriť webovú vizualizáciu v programe NETx BMS Studio 2.0. Tieto vytvorené úlohy a vizualizácie sa mi podarilo aj overiť priamo so študentmi na vyučujúcej hodine.

V ďalšej časti mi bol zvolený pre vizualizáciu prevádzkových technických funkcií na Drevo-domku program PI ProcessBook. Vytvorenie tejto vizualizácie bolo dosť časovo náročné vďaka tomu, že sa jedná o plne funkčný jednoposchodový objekt s plne vybavenou technológiou. Návrh vizualizácie vychádzal z konceptu, ktorý bol na Drevo-domku implementovaný pomocou programu Desigo Insight od firmy Siemens. Vytvoril som vizualizáciu podľa pravidiel BMS, ktorá slúži pre monitorovanie prevádzkových hodnôt a funkcií na Drevo-domku a taktiež uľahčuje ich ukladanie čím sa zvyšuje komfort pri analýze údajov. Sila tejto vizualizácie podľa mňa spočíva práve v tom, že je vytvorená v programe PI ProcessBook a teda môže poskytovať vedecko-technickým pracovníkom veľmi presné a kvalitné údaje o veličinách a správaní užívateľov tejto budovy.

Realizácia vizualizácie osvetlenia a jej spotreby elektrickej energie na budove FEI VŠB bola realizovaná taktiež v programe PI ProcessBook podľa pravidiel BMS. Vytvoril som štruktúru elementov v programe PI System Explorer. Jednotlivým elementom som pridal atribúty, ktoré som použil následne v analýzach pre výpočet spotreby svetidiel. Táto časť projektu bola asi časovo najnáročnejšia časť práce kvôli veľkosti a rozsahu budovy. Vytvorenie dôslednej štruktúry elementov sa ale pre vizualizáciu ukázalo ako zásadné. Táto vizualizácia bola pripojená k staršej vizualizácii HVAC budovy FEI a poskytuje tak dobrý prehľad o prevádzkových parametroch budovy. Dáva užívateľom predstavu o spotrebe elektrickej

energie osvetlenia čo môže viesť pozitívnym smerom k jej znižovaniu. Táto vizualizácia môže taktiež poslúžiť ako cenný nástroj pre ďalšiu prácu s budovou a implementáciu nových funkcií.

V poslednej časti vytvárania vizualizácií som vytvorené vizualizácie pre Drevo-domek a budovu FEI VŠB spojil a importoval ich do programu PI Vision. Keďže časť týchto vizualizácií slúži pre výskumnú a monitorovaciu činnosť PI Vision predstavuje veľmi silný nástroj, keďže nie je nutné byť iba na konkrétnom počítači, kde beží PI ProcessBook ale je možné si tieto dáta prezerať a pracovať s nimi z ľubovoľného počítaču s pripojením na internet. Toto riešenie teda je výhodné práve pre projekty, kde je väčší počet správcov danej budovy a pracovníkov, ktorý potrebujú medzi sebou spolupracovať a tieto dáta využívať k svojej práci.

Ako možnosť ďalšieho rozširovania vytvorených vizualizácií do budúcnosti by mohol byť v laboratórnych úlohách pridaný prvok meteostanice alebo senzor prítomnosti. Pridaným týchto prvkov by sa funkcie BMS rozšírili o ďalšie možnosti. Vo vizualizácií Drevo-domku by sa mohli implementovať do displejov zásuvkové okruhy. Tieto zásuvkové okruhy neboli v súčasnosti pridané, pretože sa mi nepodarilo získať potrebné dáta z OPC servera. Vizualizácia budovy FEI VŠB by mohla byť zase rozšírená o ďalšie technológie, ktoré nie sú pripojené na zbernicu KNX ako napríklad žalúzie.

Vytvoril som rôzne vizualizácie podľa pravidiel BMS a práca s rôznymi vizualizačnými nástrojmi ma bavila. Vidím vo vizualizácií procesov v inteligentných budovách veľký potenciál pri rozširovaní inteligentných domácností. Najmä nástroje od spoločnosti OSIsoft, ktoré som mal možnosť si vyskúšať podľa mňa tvoria skvelý základ pri zbere a vizualizovaní dát zo senzorov v inteligentných budovách.

Zoznam použitej literatúry

- [1] BEAUDIN, Jennifer S, Stephen S INTILLE a Margaret E MORRIS. To Track or Not to Track: User Reactions to Concepts in Longitudinal Health Monitoring. *Journal of Medical Internet Research* [online]. 2006, 8(4), e29- [cit. 2018-04-04]. DOI: 10.2196/jmir.8.4.e29. ISSN 1438-8871. Dostupné z: <http://www.jmir.org/2006/4/e29/>
- [2] BOOYSEN, M.J. Machine-to-Machine (M2M) Communications in Vehicular Networks. *KSII Transactions on Internet and Information Systems* [online]. 2012, , - [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.3837/tiis.2012.02.005. ISSN 19767277. Dostupné z: <http://www.itiis.org/digital-library/manuscript/302>
- [3] AMIRABDOLLAHIAN, Farshid, Rieks OP DEN AKKER, Sandra BEDAF, et al. Accompany: Acceptable robotiCs COMPanions for AgeiNG Years — Multidimensional aspects of human-system interactions. In: 2013 6th International Conference on Human System Interactions (HSI)[online]. IEEE, 2013, 2013, s. 570-577 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/HSI.2013.6577882. ISBN 978-1-4673-5637-4. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6577882/>
- [4] BASU, D., G. MORETTI, G. S. GUPTA a S. MARSLAND. Wireless sensor network based smart home: Sensor selection, deployment and monitoring. In: 2013 IEEE Sensors Applications Symposium Proceedings [online]. IEEE, 2013, 2013, s. 49-54 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/SAS.2013.6493555. ISBN 978-1-4673-4637-5. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6493555/>
- [5] DIAZ-SANCHEZ, Daniel, Andres MARIN, Florina ALMENAREZ a Alberto CORTES. Sharing conditional access modules through the home network for pay TV access. *IEEE Transactions on Consumer Electronics* [online]. 2009, 55(1), 88-96 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/TCE.2009.4814419. ISSN 0098-3063. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4814419/>
- [6] FLECK, S. a W. STRASSER. Smart Camera Based Monitoring System and Its Application to Assisted Living. *Proceedings of the IEEE* [online]. 2008, 96(10), 1698-1714 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/JPROC.2008.928765. ISSN 0018-9219. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4653063/>
- [7] GHIDINI, Giacomo, Sajal K. DAS a Vipul GUPTA. Fuseviz: A framework for web-based data fusion and visualization in smart environments. In: 2012 IEEE 9th International Conference on Mobile Ad-Hoc and Sensor Systems (MASS 2012) [online]. IEEE, 2012, 2012, s. 468-472 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/MASS.2012.6502550. ISBN 978-1-4673-2433-5. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6502550/>
- [8] GOODWIN, Sarah, Jason DYKES, Sara JONES, et al. Creative User-Centered Visualization Design for Energy Analysts and Modelers. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* [online]. 2013, 19(12), 2516-2525 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/TVCG.2013.145. ISSN 1077-2626. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6634166/>

- [9] VASHI, Shivangi, Jyotsnamayee RAM, Janit MODI, Saurav VERMA a Chetana PRAKASH. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and security issues. In: 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC) [online]. IEEE, 2017, 2017, s. 492-496 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/I-SMAC.2017.8058399. ISBN 978-1-5090-3242-6. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8058399/>
- [10] LAZOVIK, Elena, Piet DEN DULK, Martijn DE GROOTE, Alexander LAZOVIK a Marco AIELLO. Services Inside the Smart Home: A Simulation and Visualization Tool. BARESI, Luciano, Chi-Hung CHI a Jun SUZUKI, ed. Service-Oriented Computing [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, 2009, s. 651-652 [cit. 2017-11-07]. Lecture Notes in Computer Science. DOI: 10.1007/978-3-642-10383-4_53. ISBN 978-3-642-10382-7. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-10383-4_53
- [11] LEE, Jae Yeol, Dongwoo SEO, Gue Won RHEE, Sung Hun HONG a Ji-Seung NAM. Virtual and Pervasive Smart Home Services Using Tangible Mixed Reality. In: 2008 IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications [online]. IEEE, 2008, 2008, s. 403-408 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/ISPA.2008.92. ISBN 978-0-7695-3471-8. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4725173/>
- [12] MORIMOTO, N., Y. FUJITA, M. YOSHIDA, H. YOSHIMIZU, M. TAKIYAMADA, T. AKEHI a M. TANAKA. Smart Outlet Network for Energy-Aware Services Utilizing Various Sensor Information. In: 2013 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops [online]. IEEE, 2013, 2013, s. 1630-1635 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/WAINA.2013.148. ISBN 978-1-4673-6239-9. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6550629/>
- [13] LEE, S., Y. NAM a S. RHO. Extracting and visualising human activity patterns of daily living in a smart home environment. IET Communications [online]. 2011, 5(17), 2434-2442 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1049/iet-com.2010.0936. ISSN 1751-8628. Dostupné z: <http://digital-library.theiet.org/content/journals/10.1049/iet-com.2010.0936>
- [14] PEREIRA, P. P., J. ELIASSON, R. KYUSAKOV, J. DELSING, A. RAAYATINEZHAD a M. JOHANSSON. Enabling Cloud Connectivity for Mobile Internet of Things Applications. In: 2013 IEEE Seventh International Symposium on Service-Oriented System Engineering [online]. IEEE, 2013, 2013, s. 518-526 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/SOSE.2013.33. ISBN 978-0-7695-4944-6. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6525570/>
- [15] RASHIDI, Parisa a Diane J. COOK. COM. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology [online]. 2013, 4(4), 1-20 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1145/2508037.2508045. ISSN 21576904. Dostupné z: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2508037.2508045>
- [16] SCHWANZER, Michael a Anna FENSEL. Energy Consumption Information Services for Smart Home Inhabitants. BERRE, Arne J., Asunción GÓMEZ-PÉREZ, Kurt TUTSCHKU a Dieter FENSEL, ed. Future Internet - FIS 2010 [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010, 2010, s. 78-87 [cit. 2017-11-07]. Lecture Notes in Computer Science. DOI:

10.1007/978-3-642-15877-3_9. ISBN 978-3-642-15876-6. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-15877-3_9

[17] SHIREHJINI, Ali.A.Nazari. A novel interaction metaphor for personal environment control: direct manipulation of physical environment based on 3D visualization. *Computers & Graphics* [online]. 2004, 28(5), 667-675 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1016/j.cag.2004.06.006. ISSN 00978493. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0097849304000895>

[18] SU, Jun-Ming a Chih-Fang HUANG. An easy-to-use 3D visualization system for planning context-aware applications in smart buildings. *Computer Standards & Interfaces* [online]. 2014, 36(2), 312-326 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1016/j.csi.2012.07.004. ISSN 09205489. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0920548912000931>

[19] VASSILEVA, Iana, Erik DAHLQUIST, Fredrik WALLIN a Javier CAMPILLO. Energy consumption feedback devices' impact evaluation on domestic energy use. *Applied Energy* [online]. 2013, 106, 314-320 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1016/j.apenergy.2013.01.059. ISSN 03062619. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306261913000688>

[20] ZHENG, Huiru, Haiying WANG a Norman BLACK. Human Activity Detection in Smart Home Environment with Self-Adaptive Neural Networks. In: 2008 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control [online]. IEEE, 2008, 2008, s. 1505-1510 [cit. 2017-11-07]. DOI: 10.1109/ICNSC.2008.4525459. ISBN 978-1-4244-1685-1. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4525459/>

[21] GE, Mengmeng, Jin B. HONG, Walter GUTTMANN a Dong Seong KIM. A framework for automating security analysis of the internet of things. *Journal of Network and Computer Applications* [online]. 2017, 83, 12-27 [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.1016/j.jnca.2017.01.033. ISSN 10848045. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1084804517300541>

[22] DOYLE, Julie, Niamh CAPRANI a Rodd BOND. Older Adults' Attitudes to Self-Management of Health and Wellness through Smart Home Data. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare* [online]. ICST, 2015, 2015, s. - [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.4108/icst.pervasivehealth.2015.259279. ISBN 978-1-63190-045-7. Dostupné z: <http://eudl.eu/doi/10.4108/icst.pervasivehealth.2015.259279>

[23] KUMAR, K. Mathan a R.S. VENKATESAN. A design approach to smart health monitoring using android mobile devices. In: *2014 IEEE International Conference on Advanced Communications, Control and Computing Technologies* [online]. IEEE, 2014, 2014, s. 1740-1744 [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.1109/ICACCCT.2014.7019406. ISBN 978-1-4799-3914-5. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7019406/>

[24] NAZARI SHIREHJINI, Ali Asghar a Azin SEMSAR. Human interaction with IoT-based smart environments. *Multimedia Tools and Applications* [online]. 2017, 76(11), 13343-13365 [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.1007/s11042-016-3697-3. ISSN 1380-7501. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11042-016-3697-3>

[25] ALI, Safdar a DoHyeun KIM. Visualization methodology of power consumption in homes. In: *2013 International Conference on Open Source Systems and Technologies* [online]. IEEE,

- 2013, 2013, s. 55-59 [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.1109/ICOSST.2013.6720606. ISBN 978-1-4799-2046-4. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6720606/>
- [26] VLACH, Jaroslav. *Řízení a vizualizace technologických procesů*. Praha: BEN - technická literatura, 1999. ISBN 80-860-5666-X.
- [27] OSIsoft, PI-ProcessBook_3.6.0_(2016_R2)_User-Guide.pdf. Dostupné z: <https://pisquare.osisoft.com/>
- [28] OSIsoft, PI-Data-Archive_3.4.405_(2016)_Management-Guide.pdf. Dostupné z: <https://pisquare.osisoft.com/>
- [29] OSIsoft, PI-Vision_3.3_(2017_R2)_User-Guide.pdf. Dostupné z: <https://pisquare.osisoft.com/>
- [30] OSIsoft, PI-System-Explorer_2.8.5_(2016)_User-Guide.pdf. Dostupné z: <https://pisquare.osisoft.com/>
- [31] OSIsoft, PI-DataLink_5.3_(2016)_User-Guide.pdf. Dostupné z: <https://pisquare.osisoft.com/>
- [32] Valeš, Miroslav. *Inteligentní dom*. Brno : ERA group spol. s.r.o, 2006.
- [33] Vaňuš, Jan. *Řízení provozu budov, učební text*. Ostrava, Česká republika : Vysoká škola báňská - TU Ostrava, 2013.
- [34] MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER. *Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [35] LEVERMORE, G.J. *Building energy management systems: applications to low-energy HVAC and natural ventilation control*. 2nd ed. London: E, 2000. ISBN 04-192-6140-0.
- [36] VAŇUŠ, Jan. *Komplexní řízení budov - základní přehled KNX systémů*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3529-7
- [37] VAŇUŠ, Jan. *Komplexní řízení budov - Sběrníkové systémy v budovách - vybrané legislativní problémy*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3527-3.
- [38] VAŇUŠ, Jan. *Komplexní řízení budov – projekce a instalace sběrníkových systémů v budovách*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3528-0.
- [39] SmartHouse Code of Practice. CENELEC, CWA 50487, Ref. No. CLC/TR 50487:2005 E.
- [40] OPC komunikace a Wonderware software: Technické tipy pro používání OPC s Wonderware produkty. *Www.pantek.cz* [online]. [cit. 2017-01-13]. Pantek, 2012. Dostupné z: http://www.pantek.cz/pdf/ostatni/120919_OPC_komunikace.pdf
- [41] OPC Server: Funkce a využití v průmyslové automatizaci. *Http://www1.fs.cvut.cz* [online]. [cit. 2017-01-13]. Praha: ČVUT Praha, 2011. Dostupné z: http://www1.fs.cvut.cz/cz/u12110/site/Nosek-OPC_server.pdf
- [42] Nové důvody pro použití OPC rozhraní pro ethernetový sběr dat a SCADA systémy. *Http://www.moxa.cz* [online]. [cit. 2017-01-13]. Moxa, 2009. Dostupné z:

<http://www.moxa.cz/zpravodaj/2009/09/Nove-duvody-pro-pouziti-OPC-rozhrani-pro-ethernetovy-sber-data-a-SCADA-systemy.htm>

[43] NETx BMS Server: System documentation. *Http://www.netxautomation.com* [online]. [cit. 2017-01-13]. NETx Automation, 2016. Dostupné z: <http://www.netxautomation.com/netx/images/downloads/Dokumentation/EN/NETx%20BMS%20Server%20-%20system%20documentation.pdf>

[44] *ELEKTRO: recenzovaný odborný časopis pro elektrotechniku* [online]. 2016, **26**(3) [cit. 2017-03-14]. ISSN 1210-0889.

[45] Pasivní domy: Stavební fakulta VŠB-TU Ostrava má svůj vlastní pasivní dům. *Www.drevoastavby.cz* [online]. Praha 6: PRO VOBIS, 2012 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/pasivni-domy/2000-stavebni-fakulta-vsbtu-ostrava-ma-svuj-vlastni-pasivni-dum>

[46] OSIsoft, PI-System-Architecture_(2016_R2)_Planning and Implementation Course.pdf. Dostupné z: <https://pisquare.osisoft.com/>

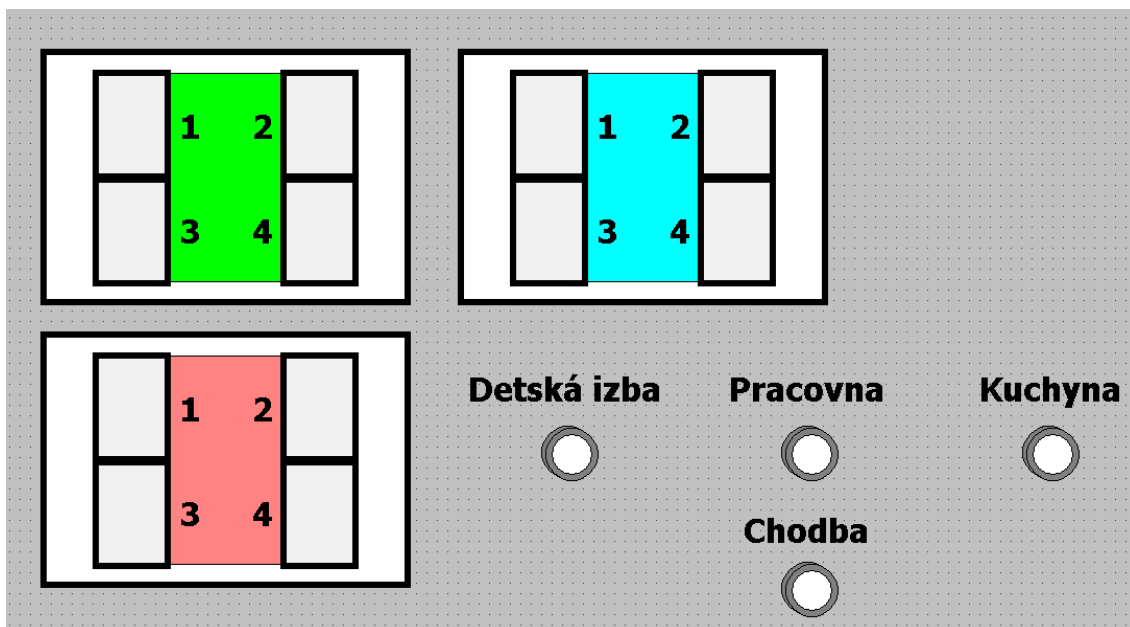
[47] RDBMS: RDBMS = Relational DataBase Management System. *Http://www.abclinuxu.cz* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.abclinuxu.cz/slovník/rdbms>

Zoznam príloh

Príloha A: Obrazovky vizualizácií laboratórnych úloh na paneli KNX.....	II
Príloha B: Obrazovky vizualizácií Drevo-Domku v nástroji PI ProcessBook.....	V
Príloha C: Obsah CD.....	IX

Príloha A

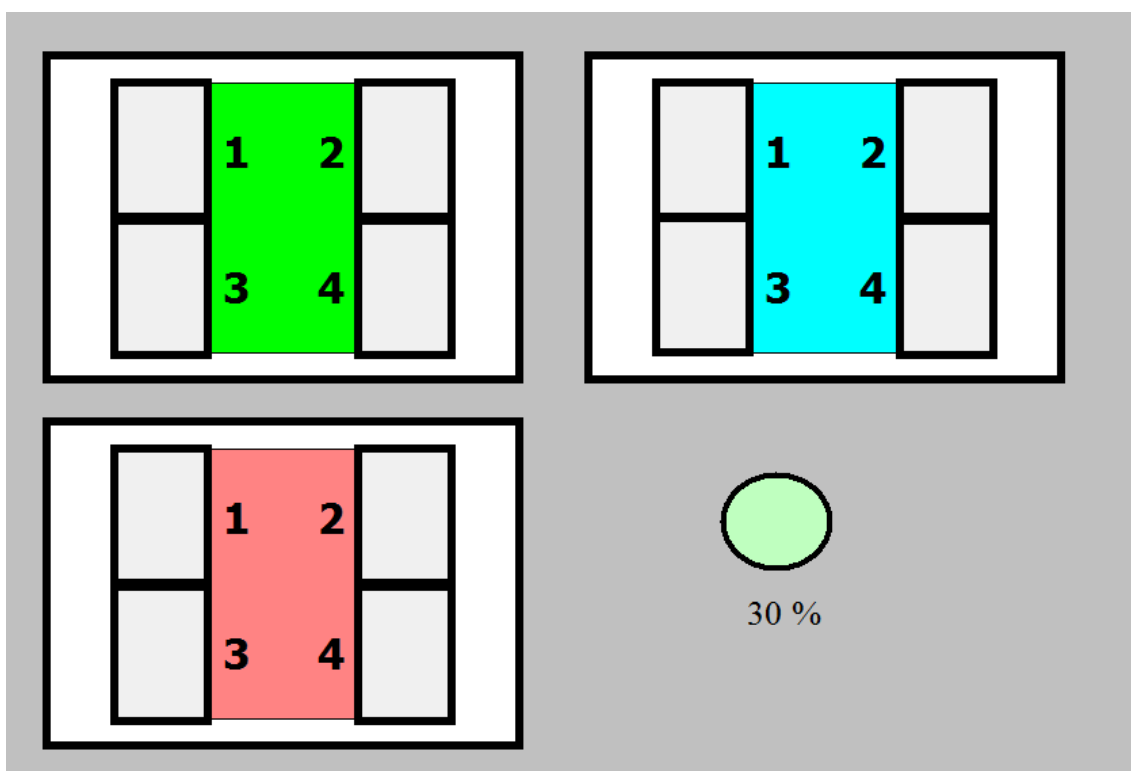
V tejto prílohe sú vyobrazené obrazovky vizualizácií jednotlivých laboratórnych úloh na paneloch KNX v programoch InTouch a NETx BMS Studio 2.0



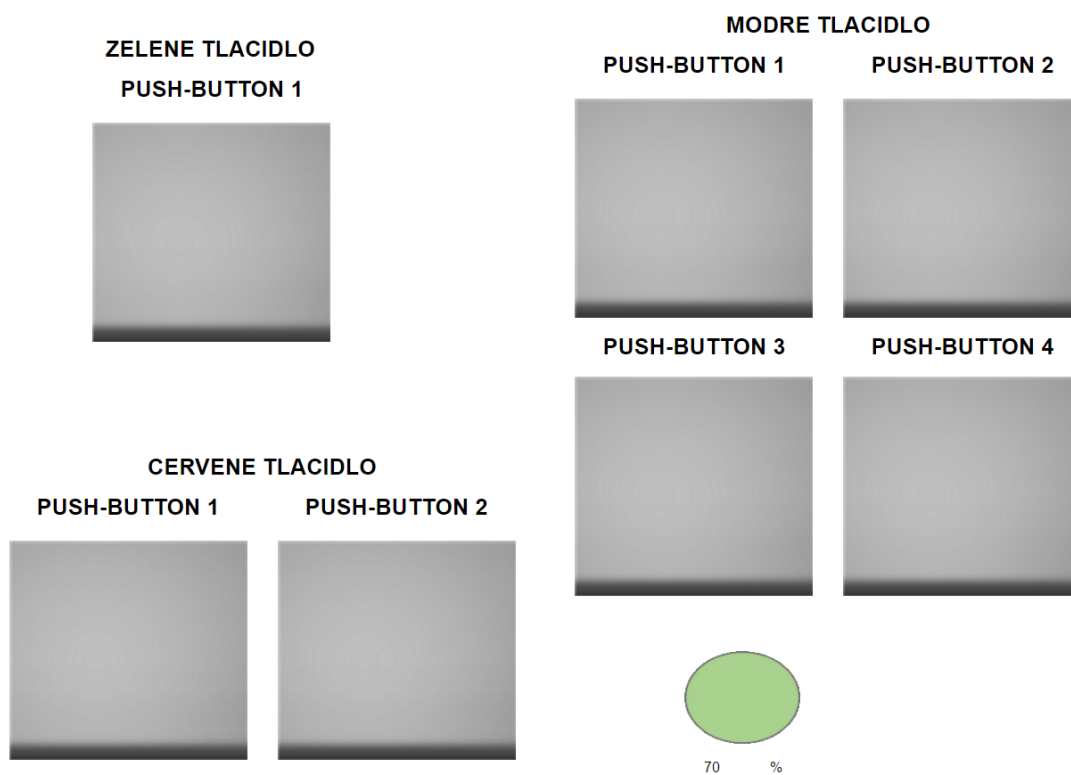
Obr. 42: Laboratórna úloha riadenia spínania osvetlenia - InTouch



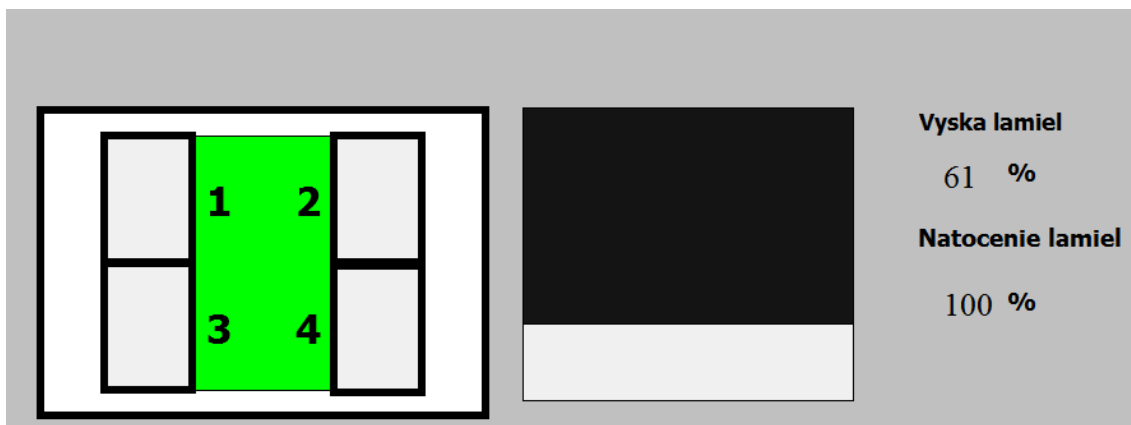
Obr. 43: Laboratórna úloha riadenia spínania osvetlenia – NETx BMS Studio 2.0



Obr. 44: Laboratórna úloha riadenia stmievania osvetlenia – InTouch



Obr. 45: Laboratórna úloha riadenia stmievania osvetlenia – NETx BMS Studio 2.0



Obr. 46: Laboratórna úloha riadenia žalúzií – InTouch

PUSH-BUTTON 1



PUSH-BUTTON 2



STOP/STEP



PUSH-BUTTON 3



PUSH-BUTTON 4



Vyska zaluzii

67 %

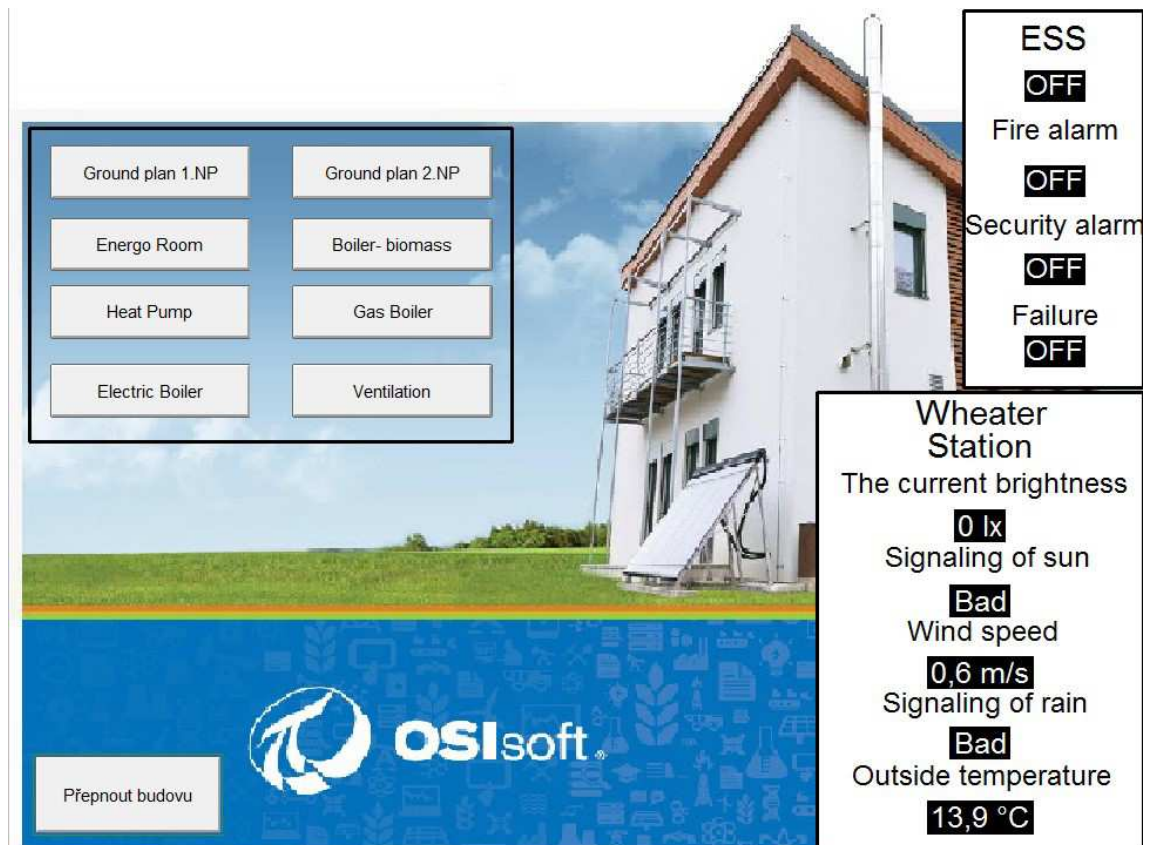
Natocenie lamiel

100 %

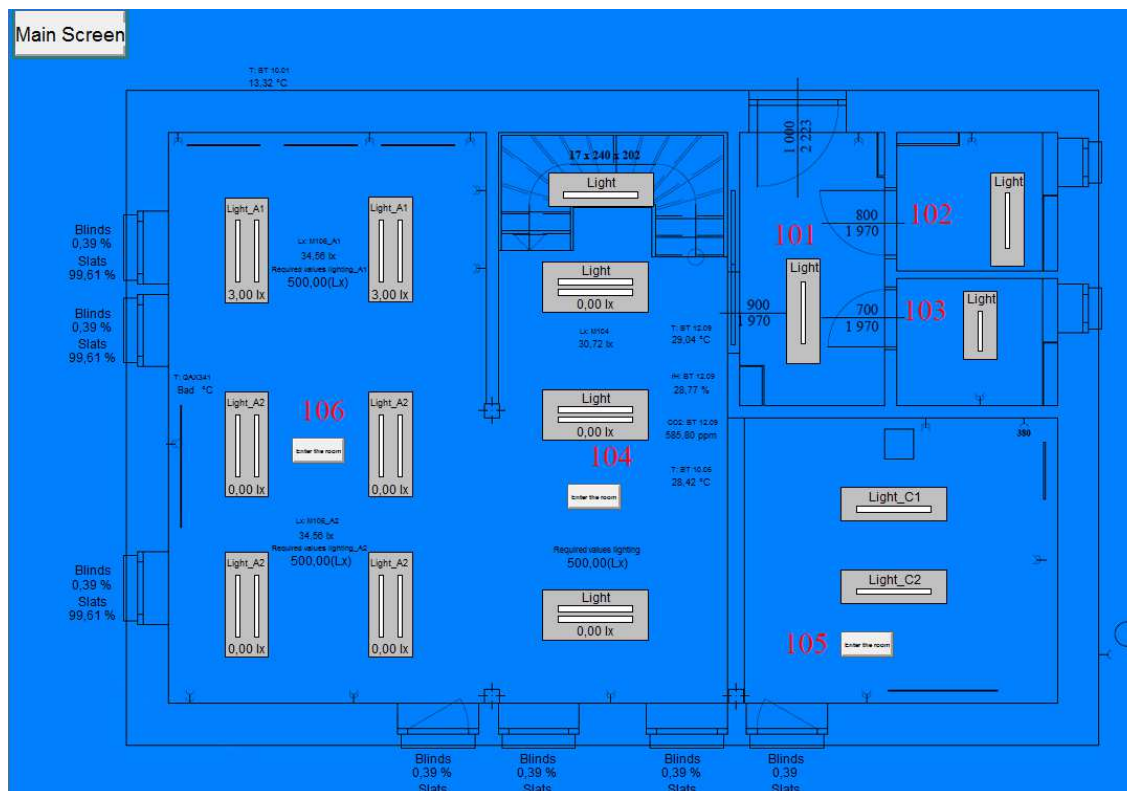
Obr. 47: Laboratórna úloha riadenia žalúzií – NETx BMS Studio 2.0

Príloha B

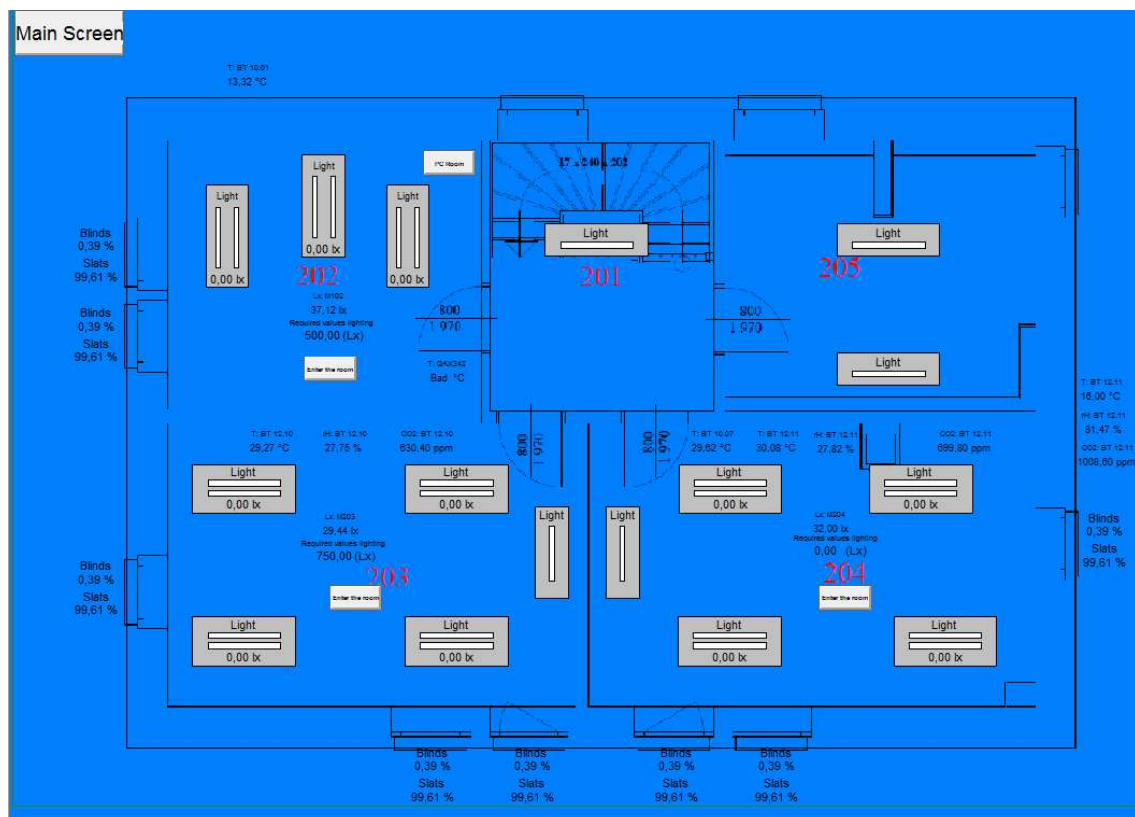
V tejto prílohe sú vyobrazené obrazovky vizualizácie Drevo-domku pre jednotlivé poschodia a technologické celky.



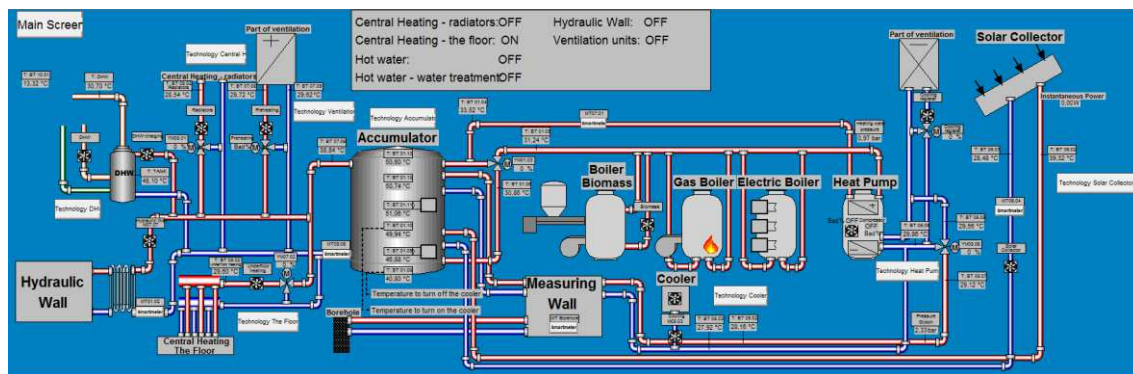
Obr. 48: Drevo-domek – Hlavná obrazovka



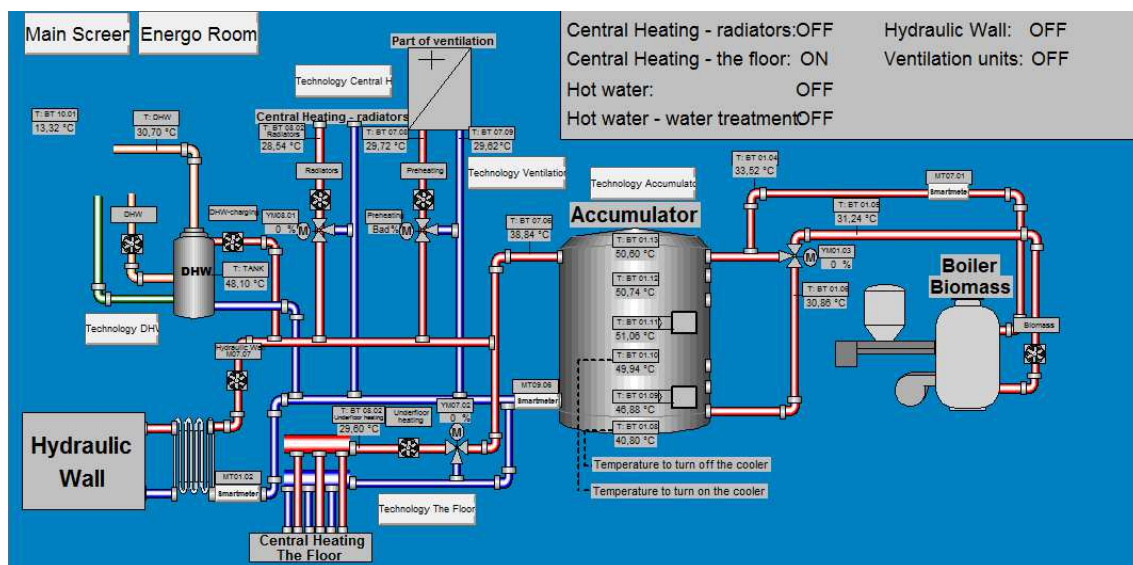
Obr. 49: Drevo-domek – Prvé poschodie



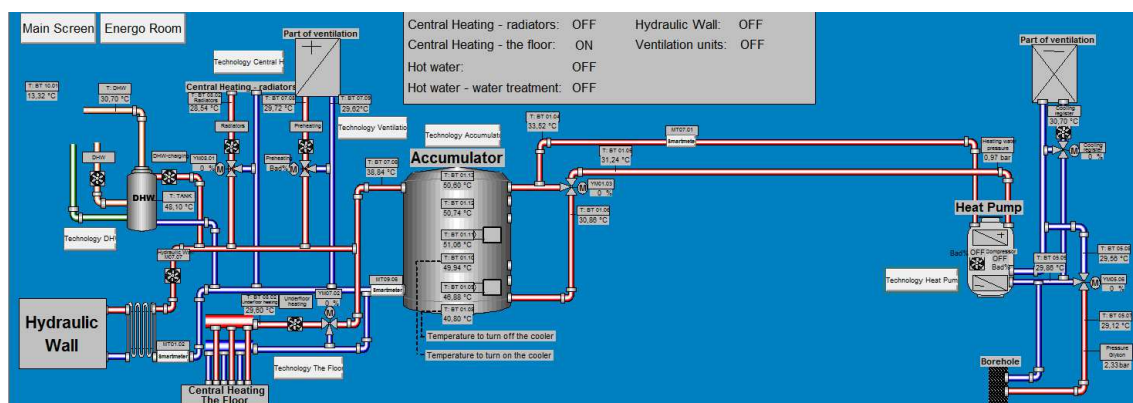
Obr. 50: Drevo-domek – Druhé poschodie



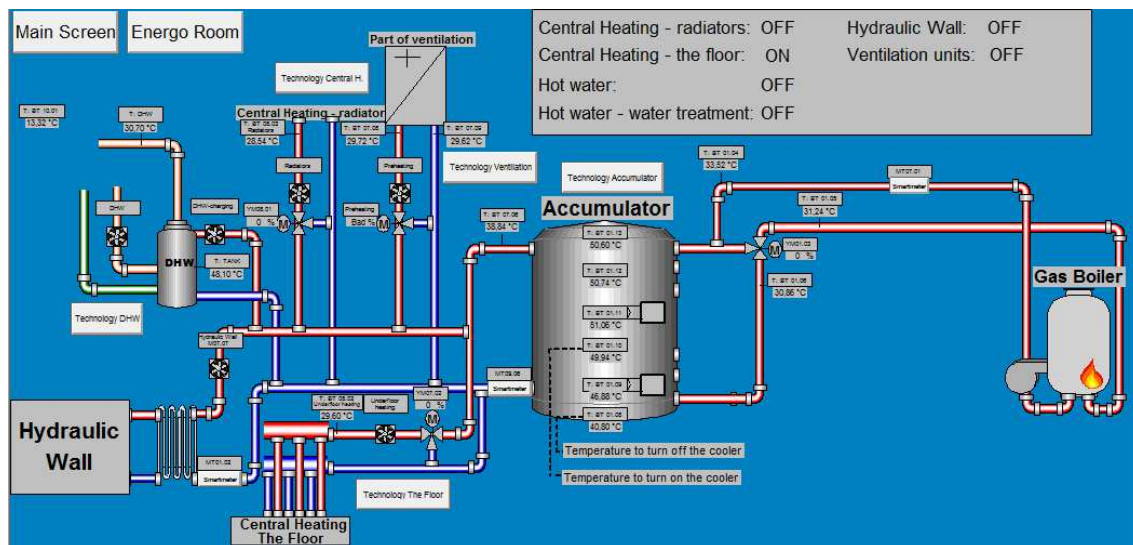
Obr. 51: Drvo-domek – Energo room



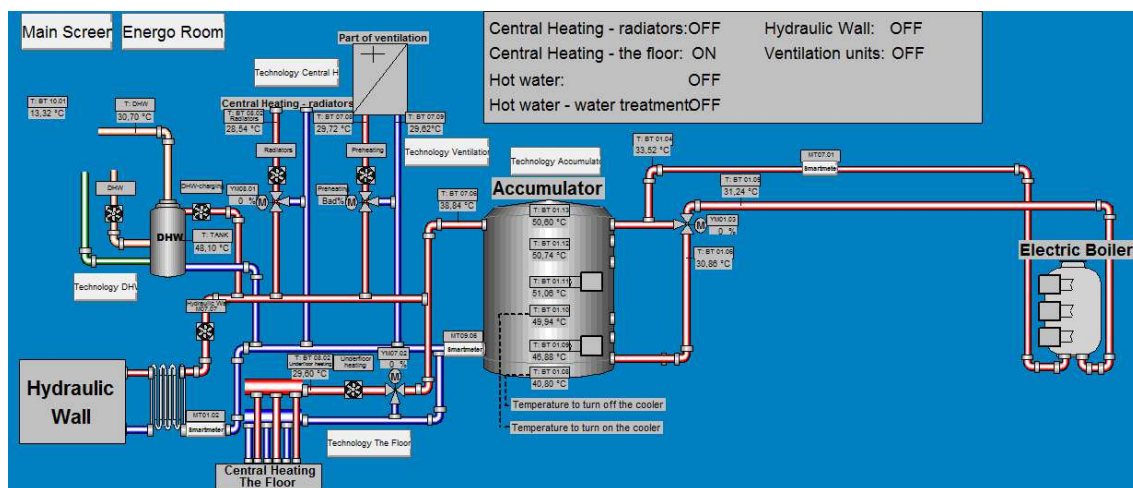
Obr. 52: Drvo-domek – Bojler biomasy



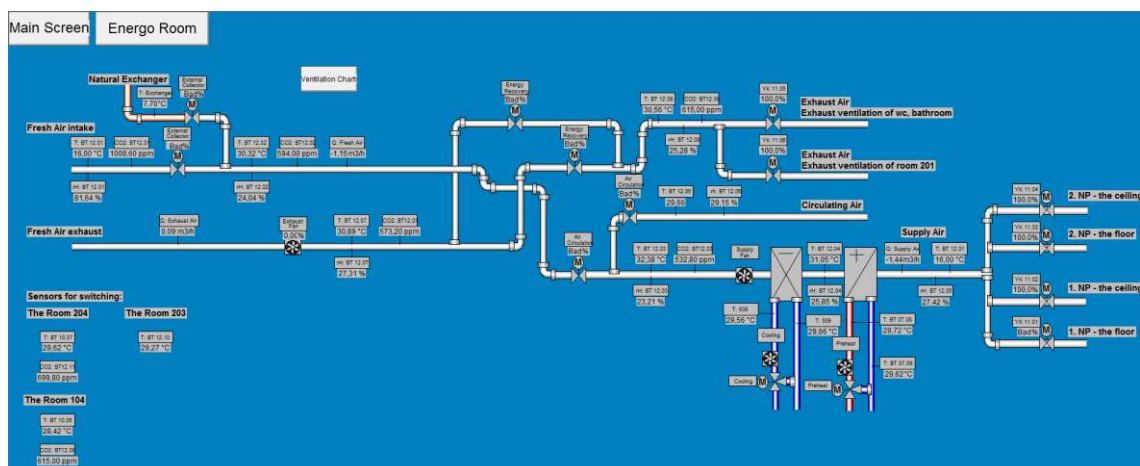
Obr. 53: Drvo-domek – Tepelné čerpadlo



Obr. 54: Drvo-domek – Plynový bojler



Obr. 55: Drvo-domek – Elektrický bojler



Obr. 56: Drvo-domek – Ventilácia

Príloha C

Obsah CD:

- diplomová práca
- laboratórne úlohy pre panel KNX
- vizualizačné displeje budovy FEI VŠB